ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.А.ЯСАУИ АТЫНДАҒЫ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҚАЗАҚ – ТҮРІК УНИВЕРСИТЕТІ

Қойшиева Турсынай Қосыбайқызы, Қожамқұлова Жазира Жұмағұлқызы, Кабулова Мөлдір Тусипбаевна

SHADOW ANALYZER БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖҮЙЕ НЕГІЗІНДЕ PV-КҮН ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖОБАЛАУ

Оқу-әдістемелік құралы

ТҮРКІСТАН – 2020

ӘОЖ-5747.5:333.791 5.

Пікір жазғандар:
Урматова А.Н- PhD,аға оқытушы
Абдрахманов Р.Б- доцент м.а.

Shadow analyzer бағдарламалық жүйе негізінде pv-күн технологиясын жобалау. Оқу-әдістемелік құрал. Қойшиева Т.Қ. Қожамқұлова Ж.Ж. Кабулова М.Т -Түркістан. Қ.А.Ясауи атындағы ХҚТУ, 2020-89 бет

«Shadow analyzer бағдарламалық жүйе негізінде pv-күн технологиясын жобалау» оқу әдістемелік құралдың негізгі мақсаты-күн технологияларын жобалау үшін перспективалық компьютерлік программалық модульдерді құрастыру және Shadow analyzer программасы жүйесінде жобалау.

МАЗМҰНЫ

1 тарау Шет ел және Қазақстан Республикасында күн технологиясын жобалау және баламалы энергия көздерінің дамуына шолу

1.1 Шет ел және Қазақстан Республикасында жаңартылған энергия көздерінің (ЖЭК) даму жолдары.

1.2 PV-күн фотоэлектр станциясының жұмыс режиміне әсер ететін негізгі климаттық және аппараттық факторлер.

1.3 Күн технологияларын (күн электр станциясы) жобалау үшін перспективалық компьютерлік программалық модульдер.

1.4 Күн технологиясы бойынша мәселелерді шешуде технологиялық ерекшеліктер және құрылымдық үлгілер.

2 тарау PV-күн технологиясын Shadow Analyzer программасы жүйесінде жобалау.

2.1 PV-күн технологиясын жобалауда Shadow Analyzer программасының мүмкіндігі.

2.2 Күн станциясының жеке элементтерін құру үшін Shadow Analyzer программасының негізгі компоненттерінің функциялық мүмкіндіктері.

2.3 PV-күн фотоэлектрлік станциясын жобалау үшін негізгі компоненттерді дайындау және құру.

3 тарау Қ. А. Яссауи атындағы ХҚТУ-ін электр қуатымен қамтамасыздандыру үшін 3 МВт PV-күн станциясының компьютерлік моделінің нұсқасын дайындау және құрастыру.

3.1 PV-күн станциясын жобалау үшін Shadow Analyzer программасында станцияның негізгі компоненттерін дайындау және құрастыру.

3.2 Қ. А. Яссауи атындағы ХҚТУ «Жасыл энергетика» ғылыми зерттеу алаңының саулетін дайындау және динамикалық модельдеу.

3.3 Қ. А. Яссауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті аймағында орналасатын 3 МВт күн станциясының саулетін дайындау және динамикалық модельдеу.

4 тарау 3МВт PV-күн фотоэлектр станциясының жұмыс тәртібін зерттеу үшін компьютерлік эксперимент.

4.1 Қуаты 3 МВт PV-күн станциясының энергетикалық көрсеткіштерін анықтау үшін Shadow Analyzer программасының климаттық блогін программалық модулде сәйкестендіру

4.2 PV-күн станциясының күн панелдерінің орналастыру аймағында жүйенің ықшамдау моделін құрастыру

4.3 Қуаты 3 МВт күн станциясының энергетикалық көрсеткіштерін Shadow Analyzer программалық жүйесінде компьютерлік моделдеу экспериментін орындау.

4.3.1 Жобаның меншікті энергетикалық сипаттамалары.

4.3.2 Қондырғының меншікті жылдық энергетикалық өндіруі.

1 тарау Шет ел және Қазақстан Республикасында күн технологиясын жобалау және баламалы энергия көздерінің дамуына шолу

1.1 Шет ел және Қазақстан Республикасында жаңартылатын энергия көздерінің (ЖЭК) даму жолдары.

EXPO-2107 көрмесі Қазақстанның ұсынып отырған «Болашақ энергиясы» тақырыбы – қазіргі заманға ең көкейтесті және жаһандық маңызы зор, бүкіл әлемді толғандырып отырған мәселе – энергияны тұрақты пайдалану болып табылады.

Қазірдің өзінде жаңартылатын дәстүрлі емес энергия көздерін игеру мәселелері әртүрлі елдердің ғылыми-техникалық бағдарламаларында едәуір дәрежеде қарастырыла бастады. Атап айтқанда АҚШ, Жапония, Израиль, ГФР секілді мемлекеттерде осы энергия көздеріне қатысты жұмыстар ұзақ мерзімді ұлттық бағдарламалар деңгейінде жүргізілу үстінде./5/

Қазақстанның күн энергиясын қолдану мүмкіншілігіне тоқталып өтетін болсақ, Қазақстан орта азиядағы күн энергиясының үлкен потенциалы бар республика болып табылады. Елдегі күн энергиясының ресурсы қолайлы климаттық жағдайдың арқасында тұрақты, әрі жарамды болып келеді.

Зерттеулердің қорытындысы бойынша елдің оңтүстік аудандарындағы күн энергиясының әлеуеті жылына 2500-3000 күн сағатқа жетеді.

Қазіргі кезде Оңтүстік аймақтың өндірісі тұтынушыларымен бүгінгі таңда 280- 290 МВт көлемінде орташа сағаттық электр қуатын тұтынады, ал бұл органикалық отындар көмегі арқылы өндіріліп отыр.

Облыс электр энергияның үлкен тапшылығына ие. Энергияның ішкі көздері аймақтың электр энергиясына деген жалпы тапшылығының 45%-47% қамтамасыз етеді, ал қалған жетпейтін көлемі, негізінен елдің солтүстік аймақтарынан алынады.

Ашық аспан кезіндегі күн радиациясының жылдық қосындысы (мөлшері) туралы және Қазақстанда байқалған күн шағылысу жағдайлары жайлы сызба карталарға зейін салар болсақ, онда республика аумағының 2/3 бөлігінде ұзақ уақыт күн сәулесінің түсетіні (жылына 3000 сағат) анықталған.

Олай болса, солтүстік ендіктен 50° оңтүстікте жатқан Оңтүстік Қазақстан, Қызылорда, Алматы, Жамбыл, Атырау облыстарында күн сәулесін қазіргі жағдайда сәтті пайдалануға мүмкіндік бары анық. /4/

Алға қойылған міндеттерді шешу үшін жоба ұжымы ауыл шаруашылығында күн энергиясын пайдаланумен айналысатын шет мемлекеттердің (Түркия, Германия, Қытай, Өзбекстан) және ТМД елдерінің жетекші ғылыми-зерттеу орталықтарымен тығыз қарым-қатынас орнатуды жоспарлап отыр. Сондай-ақ, қажетті мәліметтермен немесе құрал-жабдықтармен алмасу үдерісі жалғасын таппақ.

Техногенді факторлардың қоршаған ортаға әсері айқын байқалған қазіргі өндіріс кезеңінде экономиканы,энергетиканы және экологияны өзара байланыстыра отырып, дамыту аса маңыздыміндеттердің бірінен саналады. Әуе және су бассейндерін сауықтандыру шаралары экологиялық тұрғыдан таза

технологиялық үдерістер мен өндірістерді құру бағытында жүзеге асырылу қажет.

Бүгінде орталықтандырылған жылу және ыстық су жүйелеріндегі жылу энергиясының 45%-дан 60%-ға дейінгі бөлігі жылуды (ыстық суды) тасымалдау барысында жоғалатыны және бұған құрылыс нысандарының, әкімшілік ғимараттардың және тұрғын үйлердің сапасыздығынан жоғалатын 15–20%-ды қосқанда тұтынушыларға жылу энергиясының небәрі 20-25%-ы жететіні, сөйте тұра тұтынушылардың орталықтандырылған жылу жүйесін пайдаланғаны үшін 100% ақы төлейтіні белгілі. Ендеше, еліміздің алдында тұрған экологиялық және энергетикалық мәселелер экономиканың барлық салаларының энергия тиімділігін көтеру және жергілікті әрі жаңғыртылатын отын түрлерін пайдалану көлемін арттыру есебінен шешілуі тиіс. Жаңғыртылатын энергия көздерін пайдалану әлемдік тәжірибеде энергетиканы дамытуға септігін тигізетін маңызды факторлардың қатарына жатқызылған. /5/

Өндіріс қарқындылығы күшейіп, өнеркәсіп деңгейі арта түскен қазіргі заманда әлемнің дамыған елдеріндегі әр түрлі көздерден өндірілетін электр энергиясының өзіндік құнының жоғарылауы жаңғыртылатын энергия саласына назар аударуды талап етіп отыр.

Сондықтан, көптеген елдерде жаңғыртылатын энергияның қолданысын күшейту үшін терең ғылыми зерттеуді және өңдеуді қажет ететін жаңа технологияларды әзірлеуге және құрал-жабдықтардың техникалық беріктігін жақсартуға басымдық берілуде.

Күн энергиясын пайдалануға бағытталған кез келген жоба нақты аймақтың күн энергетикалық ресурсын ескеруге тиіс. Әсіресе, бұл Қазақстанның оңтүстік өңірі үшін өзекті мәселе. Метеорологиялық байқаулар тек қана күн энергиясының әлеуеті туралы жалпы мәлімет алуға мүмкіндік береді./15/

Күн энергетикалық ресурсын энергия үнемдеуші әрбір күн технологиясы үшін жеке-жеке зерттеп, модельдеу қажет.

Күн энергиясымен жұмыс істейтін фотоэлектрлік жүйе (КФЭЖ) – PV күн технологиясы күрделі техникалық жүйелердің барлық сипатына ие. КФЭЖ-нің қалыпты жұмыс істеуі үшін оның жұмысы барысында туындайтын көптеген әртекті шектеулерді, өзара қарама-қарсы әсерлерді және қарама-қайшы талаптарды тең деңгейде қатаң ескеру қажет.

Күн энергиясымен жұмыс істейтін фотоэлектрлік жүйе (КФЭЖ) – PV күн технологиясында сәуле ағынының жоғалатыны анық. Оны бір жақты іс-шаралардың көмегімен болдырмау мүмкін емес./8/

Сондықтан, бағдарламалық құралдарды әзірлеу Қазақстанның оңтүстік өңірі үшін күн энергиясымен жұмыс істейтін фотоэлектрлік (PV) технологиясының жобасын жасауға қажетті құрал болып табылады.

Бағдарламалық құралдың мақсаты мен міндеттері мынадай:

- Қазақстанның оңтүстік өңірі үшін күн энергиясымен жұмыс істейтін фотоэлектрлік (PV) технологиясының жобасын жасауға қажетті бағдарламалық құралды әзірлеу;

- КФЭЖ – PV күн технологиясының беткі қабатын тиімді пайдалануға ықпал ететін заңдылықтарды анықтау, суреттеу, байқау және сандық сипаттамасын жасау;

- PV күн технологиясының оңтайлы, құрылымдық және геометриялық өлшемдерін алу;

- КФЭЖ – PV күн технологиясының күндізгі, маусымдық және жылдық жұмыс циклі бойынша орташа мәнін және нақты бір уақытқа тиесілі мезеттік мәнін білдіретін шаманың оптикалық-энергетикалық сипаттарын анықтау төменде көрсетілгендей:

- Қазақстанның оңтүстік өңірі үшін энергия үнемдеуші PV күн технологиясының жобасын жасау үшін бағдарламалық құралдар әзірленеді;

Қазақстанның оңтүстік өңірі үшін PV күн технологиясы негізінде дербес тұтынушылардың моделі мен жобасы дайындалады;

- PV күн технологиясы жұмысының функционалды-техникалық сипаттамалары мен оңтайлы-технологиялық режимдері айқындалады;

Қазақстанның оңтүстік өңіріндегі ауа-райы шарттарының PV күн технологиясының жұмысына әсері анықталады;

- Энергия үнемдеуші PV күн технологиясының оңтайлы геометриялық өлшемдері есептеледі;

- PV күн технологиясының күндізгі, маусымдық және жылдық жұмыс циклі бойынша орташа мәнін және нақты бір уақытқа тиесілі мезеттік мәнін білдіретін шаманың оптикалық-энергетикалық сипаттары анықталады.

ЖЭК-нен өндірілген электр энергиясын жеткізуге арналған «жасыл» тариф.

Қазақстан үкіметі ЖЭК-нен өндірілетін электр энергиясын жеткізуге тиянақты тарифтерді бекітті. Сонымен, жел электр станцияларынан алынатын электр энергиясына тариф 1 кВтс - 22,68 тенге; күн электр станцияларынан – 34,61 тенге/кВтс; шағын су электр станцияларынан – 16,71 тенге/кВтс; биогаз қондырғыларынан – 32,23 тенге/кВтс.

Сонымен қатар, күн батареяларының отандық өндірушілерін қолдау мақсатында, қазақстандық кремний негізінде жасалынған фотоэлектрлік модульдерді пайдаланып энергия өндіретін күн электр станцияларының энергиясына тіркелген тариф енгізілген – 70 тенге/кВтс. Тиянақталған тарифтердің қолданылу мерзімі – 15 жыл./11/

1.2 PV-күн фотоэлектр станциясының жұмыс режиміне әсер ететін негізгі климаттық және аппараттық факторлер.

Қазақстанның географиялық орналасуы және климаттық жағдайы қоңыр салқын, бұл аймақ жер белбеуінің орталық жане оңтүстік ендіктерінде, және де субтропикке ауысу жолағында орналасқан (40 және 50 с.ж.ш.аралығында , батыстан шығысқа 2995 км және солтүстіктен оңтүстікке 1600 км-ге созылып жатыр) сондықтан, күн энергиясын пайдалануға үлкен мүмкіндік береді.

Қазақстанның территориясында күнің сәулелену ұзақтығы өте жоғары (3100 сағатқа дейін) жалпы сәулеленудің бақыланатын аймақғы 1900,5 мың. км құрайды.

Сондықтан, Қазақстанның көптеген аймақтарында күн энергиясын пайдаланудың мүмкіндігі өте жоғары. Мұндай аймақтарға Ақтөбе, Орал, Қарағанды, Семей, Атырау, Қызылорда, Оңтүстік Қазақстан, Жамбыл, Алматы облыстары және Павлодар облысының оңтүстік бөлігі жатады.

Оның ішіндегі күн-жел энергиясын пайдалану Қазақстанның Оңтүстік аймағы өте қолайлы климаты шұғыл континентті: жазы ұзақ,ыстық әрі құрғақ.

Мұндай климаттық режим оңтүстік аймақтың еуроазиаттық материктің оңтүстік бөлігінде орналасуына,атмосфералық айналымның ерекшелігіне және жер жамылғысының сипатына және басқа факторларға байланысты.

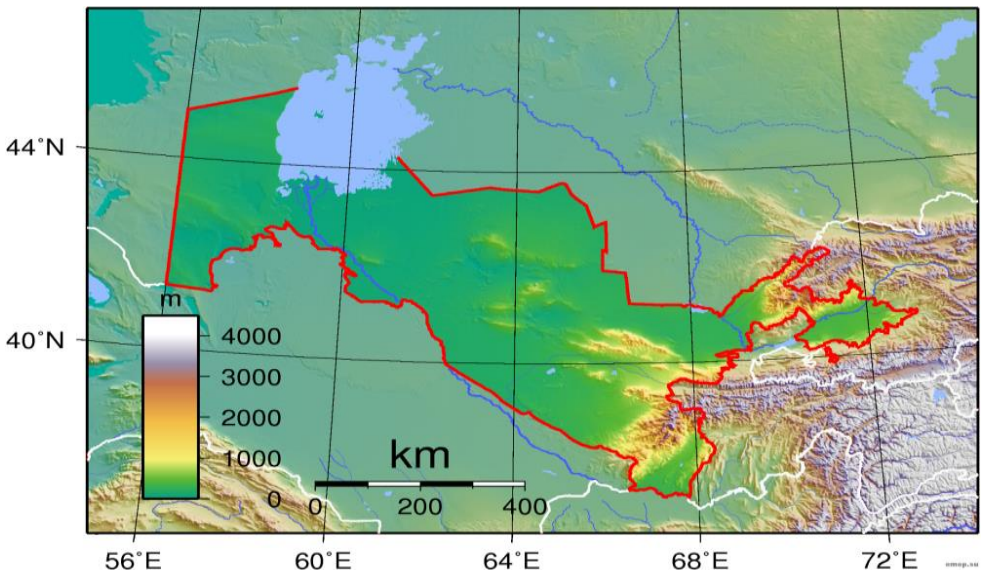
Күн және жел қондырғылары жұмыс істеу тәртібі оның техникалық есептема жұмыстарын жүргізу үшін сол аймақтың табиғи-климаттық жағдайын және оны өндіріске ендіру үшін басқа электрлік құрылымдар мен бойланыстығын, ескеру қажет.

Сондықтан аймақтын климаттық мәліметтері жинақтау ең бірінші қажеттілік болып табылады. Оңтүстік аймақтың аумағының басым бөлігі жер шарының Тұран ойпатының аумағында жатыр (биіктігі 50-20м). Оның басым бөлігі Қаратау жотасының солтүстік-батыс сілемімен және таулы жазықтармен,солтүстік –батысы Арал маңындағы Қарақұм құмды массивімен жалғасады.

Негізінен Қазақстан жершарының солтүстік ендігінің 39.5-53 градус шамасында орналасқан ал оның ішінде Қазақстанның оңтүстік аймағы Тұран ойпатының жазықтығында жатыр.

Географиялық орны. Тұран – Қазақстанның оңтүстігін батысынан шығысына дейін созылып жатқан кең жазық. Оған Манғыстау, Үстірт, Торғай үстірті, Арал маңы, Сырдария бойы Қызылқұм, Бетпақдала, Мойынқұм, Балқаш Алакөл аймағы түгел кіреді/7-9/.

Жербедері мен геологиялық құрылысы. Аймақтың негізгі тұғырын ең биік тауы-биіктігі 350-450 м, ұзындығы 130 км болатын Қаратау. Қаратау беткейлері шатқалдарымен, жыралармен тілімделген толқынды қырат түрінде көрінеді. Тау жотасы ғана тік, жалаңаш, жартасты. Қаратаумен қатарласа оның солтүстігі мен оңтүстігінде солтүстік және оңтүстік Ақтау созылып жатады (Сур. 1.2.1).



Сурет 1.2.1 Қазақстан аймағындағы Тұран ойпатының орналасу шекарасы

Тұран ойпатының климатының жалпы ерекшеліктері - бұл аймақ жер бетінің 35-53°с.е аралығында дүние жүзілік мұхиттан шалғай құрлықтың орталық бөлігінде, Альпі қатпарлықтарында түзілген биік және аласа тау жүйелерімен шектескен Тұран жазығының табиғатының алуан түрлілігінің негізгі себебін ашып көрсету еліміздің аумағының батыс оңтүстік-батыс және оңтүстік бөлігінің жер бедерінің, климатының қалыптасуына әсер ететін негізгі факторларды анықтауға мүмкіндік береді.

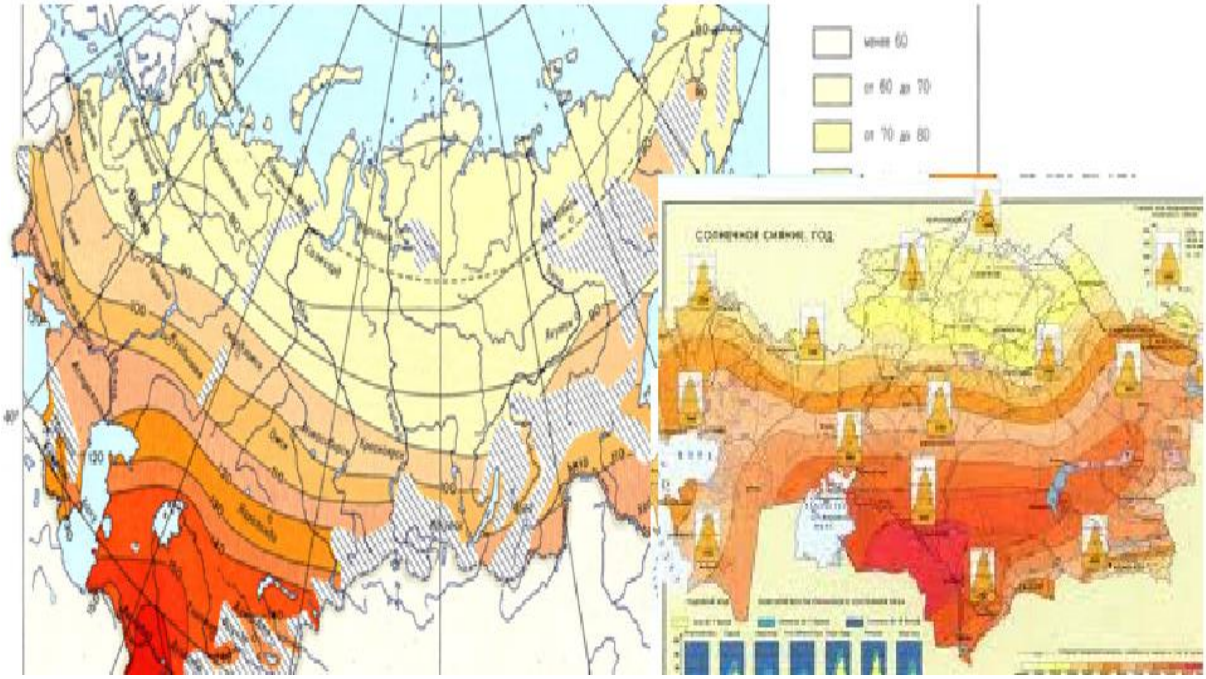
Тұран ойпатының құрылықтың ішкі аймағында орналасуы Шығыс Европаның өзі орналасқан ендіктеріне қарағанда қысы суық, жазы ыстық болып климаты шұғыл континентілігін;келуімен ерекшеленетін климатының шұғыл континеттілігінің; желдің,температураның әсерінен жүретін үгілу үрдісін,жер бедерінің пішініндерінің қалыптасуын анықтайды/8-10/.

Тұран ойпатының орналасу ерекшелігін жан-жақты зерттеу қажеттілігі сол аймақтың табиғатын анықтайтын негізгі фактор болып табылады. Ал бұл өздігінен сол аймақта саланатын күн электр стансаларының жұмыс істеуіне ерекше әсер етеді.

Тұран жазығынын климатының қалыптасуына төмендегі факторлар әсер етеді.

- біршама төменгі және орта еңдіктерде отналасуына байланысты раациялық баланстың мөлшерінің жоғары болуы;
- атмосфералық циркуляциясының үрдістеріне әсер ететін жер бедерінің тегіс болуы;/2/
- құрлықтың орталық бөлігінде орналасуына дүниежүзілік мұхиттардан қашық болуына байланыстыклиматты шұғыл континентті болып келуі;
- орта және төменгі еңдіктерде орналасуына сай күн радияциясының қарқыны жоғары әрі аумақтың мол жылу алуына аридті шөл ланшафтысының қалыптасуына ықпал етеді.

Негізінде климатты қалыптастыратын фактор ол күн радиациясының қарқындылығы оның Қазақстан аймағындағы салыстырмалы картасы 1.2.2 суретте көрсетілген.



Сурет 1.2.2 Күн радиациясының қарқындылығының салыстырмалы картасы

Жер бедерінің тегіс болуына орай трансформатцияланған қоңыржай ауа массаларының кедергісіз өтіп кетіп жауын шашынның аз түсуіне климаттың шұғыл кантинентті болып күшеитіледі.

Географиялық орынының ерекшелігіне сай жазы өте ыстық ашық әріқұрғақ, қысы суық аязды болып келеді, температураның жылдық амплетудасы 87-85 ^{0}С, орташа айлық температура 42-30 ^{0}С, құрайды.

Сондықтан аймақтың климаты шұғыл континентті: жазы ұзақ, ыстық әрі құрғақ,ал қыста қар аз және суық болады./4/

Қазақстанның Оңтүстік аймағында болашақта күн-жел қондырғыларының орналасу аймағы. ЭКСПО 2017 көрмесін өткізудің мақсаты

Ғылыми техникалық прогресстің осы кездегі деңгейінде энергия өндірудің болашағы тек органикалық отындарға(көмір,мұнай,газ т.б.) тәуелді емес, оны жаңғыртылатын энергия көздеріне (ЖЭК) негізделген энергетикалық қондырғылардың көмегімен алуға болатын жолдары мен де шешуге боладығы айқын.

Көптеген зерттеулердің нәтижесі бойынша органикалық отындар 2020 жылға қарай әлемдік энергетиканың сұраныстарының тек ішінара ғана бөлігін қанағаттандыра алатындығы айқындалып отыр.

Энергия қолданудың қалған бөлігін ғалымдар тек ЖЭК -ің есебінен қанағаттандырылады деп санайды.

Қазақстанның энергетикалық секторы болашақта ЖЭК –не негізделген бірнеше электр стансаларын салу жолдарын шешу жолына кірісті. Қазір еліміздің көптеген аймақтарында қуаттылығы бірнеше кВт-тық күн –жел электр стансалары салынып жатыр.

Солардың ішіндегі PV-технологиясына негізделген күн электр стансасы салу жоспарлары қарқынды жүргізілуде.

Картада Оңтүстік аймақта салынатын Күн-Жел электр стансаларының орналасу аймағы көрсетілген (Сур. 1.2.3).

Сурет 1.2.3 Қазақстанның Оңтүстік аймақтағы күн-жел қондырғыларының орналасу аймағы

«Болашақ энергиясы» тақырыбына халықаралық көрме өткізу біздің тіршілігіміздегі басты мағынаға ие болатын және біздің өміріміздің қауіпсіздігі мен сапасын арттыруда шешуші рөл атқаратын мәселе туралы ойлануға мәжбүр етеді.

Бұл мәселе көліктерімізді энергиямен жабдықтауда, үйлерімізді жылытуда және қалаларымызды жарықтандыруда пайдаланатын азды-көпті дәстүрлі қуат көздерінің үдемелі ескіруі, толығу мүмкіншілігінің жоқтығы және оларды пайдаланудың біздің планетамызға, денсаулығымызға және қауіпсіздігімізге күрделі әсер етуі сенімсіздік пен қамкөңілдік тудыратын кезеңде әсіресе өзекті болып табылады.

Сондықтан, Астана ЭКСПО 2017 көрмесі тәрізді оқиға үшін тұрақты дамуға бағытталған барынша орынды және тиімді шаралар кешенін қолдау мақсатында БОЛАШАҚ ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ мүмкіндіктеріне қатысты мәселелерді қарастыру заңдылық қана емес, сонымен қатар аса қажетті болып отыр.

ЭКСПО -2017 көрмесінің негізгі мақсаттары:

-Халықаралық мамандарылған көрме аяқталған соң ЭКСПО-2017 нысандарын пайдалану;

-Басқа нысандарды жобалау, салу, кеңейту, қайта құрылымдау, техникалық қайта жарақтандыру және жөндеу;

-Инвистициялық қызметті жүзеге асыру;

-Қазақстан Республикасында жаңа технологияларды енгізуге қолдау көрсету;

-Қазақстан Республикасының туристік саласын дамытуға қолдау көрсету және туристік инфрақұрылымға инвестиция тарту;

-ғылыми-зерттеу жұмыстары мен технология, техника және экология салаларында жаңалықтарды өткізуге қатысу;

-энергия үнемдеуді және Қоғам нысандарының қауіпсіздігін қамтамасыз ететін технологияларды дайындауға және ілгерілетуге қатысу;

-логистикалық қызметті дамыту;

Астана ЭКСПО 2017 көрмесі бізге біздің денсаулығымыз бен қоршаған орта қауіпсіздігін қамтумен қатар экономикалық және әлеуметтік дамуды тездетуге қатысты адамзат алдындағы міндеттер мен мәселелерді ескере отырып, қуат тасымалдаушыларына жалпы, жаһандық көзқараспен қарауға көмектеседі.

Күн энергиясы негізіне актинометриялық мағлұматтар

Күн және жел энергиясын тәжірибеде қолдану тиімділігі күн сәулесінің түсуі мен жел жылдамдылығын қондырғылардың қабылдау қуатына сәйкес нақты деректер мен заңнамаларға сүйеніп жобалар жасалуында. Күн және жел электр өрісін шығаратын қондырғыларының бәсекелестікке қабілетті сапасын анықтау оны қолданушылардың қажеттілігін тиімді қанағаттандыруында, бұл күн сәулесін қабылдау ауданы мен қондырғының қуатына, жел арқылы энергия шығаратын қондырғының типіне, энергия аккумуляторының көлеміне байланысты. Бірінші энергия түсу тұрақсыздығының себебі энергиялық аккумулятор қондырғысына қосымша күш жетіспегендіктен болады, оның көлемі қондырғының қабылдау өлшемінің жұмыс істеуіне, қосымша энергия көзінің қуатына, қонджырғының техно – экономикалық көрсеткіштеріне әсер береді.

Жалпы жағдайда жалпы түсетін күн сәулесі және күн сәулесінен алынатын энергия ағынына туралы ақпарат келесідей:

- Географиялық көз қарас бойынша қажетті параметрлерді аналитикалық тұрғыдан есептеп анықтайды;
- Бір орында тікелей өлшеп, бақылау;

- Жылдар бойы метеостанцияда, климаттық ақпараттарда және электрондық дерекқорда берілетін бірегей әдістер;

Өзгеде аудандар үшін күн сәулесінене алынатын энергия қуаттығы туралы анықтамалар аналитикалық түрде жасалынған, бірақ бұл анықтама жасау өте қиын, өйткені бұл анықтаманың дәлділігі нақты бола бермейді.

Арнайы ұйымдастырылған сайттарда күн сәулесінен алынатын энергия ағын тығыздығын тікелей өлшеу (жел жылдамдылығын – жел мониторингісі) аса қиындықтар туғызады. Осыған қарамастан бұл анықтамалар статистикалық көрсеткіштер бойынша көп жылдық болуы тиіс. Негізгі актинометриялық ақпарат көздері мамандардырылған ұйымдарда бірнеше жылдар бойы метеостанциялар мен метерелогиялық бақылау нәтижелері мен климаттық анықтамалар, дерекқор болып табылады. Мамандандырылғын гелиотехниктер үшін актинометриялық мәлеметтерді бірнеше томдық климаттық анықтамалар оқулығынан алады, бұл оқулыққа климат жағдайлары мен ауа- райын бақылау бөлімінің орталық және аудандық мамандары өз тәжірибелері мен бақылау нәтижелерін салыстыра келе енгізген. /12/

Жоғарыда айтылып өткендей Қазақстанда ауа – райын бақылаушы станциялар саны және метеостанциялар желісі, жетекші актинометриялық өлшем шектеулі. 1997 жылы Войкованың мағлұматтары бойынша бізде 34 метеостанция, Ресей жерінде 129 актинометриялық орталық жұмыс істеген, бұл орталықтардағы мәліметтер қолданыстағы климаттық анықтамалардағы мәліметтермен бірдей келген. Төменгі тығыздықта Қазақстан актинометриялық станциясынан алынған мемлекет жеріне түсетін күн сәулесінің таралуы туралы нақты анықтамалар алу қиын. Мұндай жұмыстар 1990 жылдары атласта көрсетілдген Қазақстан күн – жел климаты туралы, сонымен қатар картада күн сәулесінің орналасуы да көрсетілген./16/

ТМД кезінде климаттық атлас әр мемлекеттің гелиоэнергетикалық ресурстарын құру жұмысы 1920 жылдардан басталған. Осыған қарамастан алғашқы жобаларда бұл мәселе бойынша тұжырымдама жасалынып кеткен «Бір ғана зерттеумен жер көлеміне арналған күн кадастры бойынша жылдық күн сәулесінен түсетін энергияның қуатын белгілеу мүмкін емес, күн арқылы түсетін сәуле бойын ғана анықтаудың еш пайдасы жоқ. Біріншіден жылдық бақылау кадастар негізінде бақылауда қолданылатын материал саны мен сапасына байланысты, екіншіден күн энергиясын шығару техникасының жылдан жылға дамуда». Сол себепті Қазақстан елі үшін жаңартылған энергия көздері мен табиғи сұраныстарға қажетті ресурстарды анықтау және оларды дамыту мәселесі өз жалғасын табуда.

Оңтүстік аймақтағы гелиоэнергетикалық ресурстарның мәліметі

Жердегі өлшем деректері негізінде радиациондық режимінде пайда болған түрлі қиындықтарды реттеу гелиоэнергетикалық есепбі жүзеге асырады. Біріншіден жоғарыда айтылып өткендей Қазақстан жеріндегі актинометриялық станциалардың саны өте аз, екіншіден күн радиациясын өлшемі туралы сипаттама шектеулі, яғни күннен алынатын электр энергия қаншалықты дәрежеде екені толық қамтылмаған, себебі күн сәулесінің түсуі әр кезде әр

түрлі. Станциялардың аз желісі болғандықтан экстрополяциялы актинометриялық мәліметтер гелиоқондырғыларда актинометриялық станциалардың жобалауымен қамтамасыз етіледі. Сондықтан, интерполяциялы және экстрополяциялы актинометриялық деректерді қадағалау - геогроф мамандарының маңызды жұмысы. Шағын уақыт аралығында күн радиациясының келуі туралы мағлұмат оның жыл бойы, мезгіл, тәулік бойы атмосферадағы өзгерістер мен ауа-райының өзгерулері астрономиялық факторы болып саналады. Бұл құрылым сипаттамасының өзгерістерге ұшырай беруі бізді аса қызықтырады. Күн сәулесінің түсуінің түрлі мащтабтағы өзгерістері (құбылмалы) (тәулік, ай, жыл бойы) геоэнергетикалық есеп бойынша бірдей келе бермейді. Бір күн ішінде жерге түсетін күн сәуленің өзгеруі гелиоқондырғылардың электр энергиясын өндіруде, жұмыс жасауына әсерін тигізбей қоймайды. Сондықтан электр энергиясының бірден қуатты және бірден әлсіз болып кенет өзгеруіде осыған байланысты. Бұл өзгерістер қондырғылардың сапасын төмендетуіне немесе жұмыс қабілетін жоюына себеп болады, сондықтан энергиялық қосымша аккумуляторларды алдын ала даярлап қояды. Жыл бойы күн радиациясы гелиоқондырғылар жұмысының режимін және барлық энергияны қолданушыларды өзіне бағынышты етеді. Уақытша күн радиациясын пайланатын негізгі сипаттамаларды қарастырсақ күн энергия потенциалын жергілікті жерге ғана жұмсау және гелиоқондырғылардың жұмыс режиіне сәйкестендірілген.

1.3 Күн технологияларын (күн электр станциясы) жобалау үшін перспективалық компьютерлік программалық модульдер.

Күн электростанциясының есебін нақты аймақтың табиғи жағдайына байланысты, барлық компоненттері дұрыс құрастырылған және қосылған фотомодульдің (күн электростанциясының) өндірілетін электроэнергиясының көлемін нақты болжауға мүмкіндік береді.

Күн электростанциясын модельдеу үшін құрал-саймандар – бұл құрастырылған фотоэлектрикалық компоненттер үшін кіріс және шығыс қуаттарын есептеуге арналған, алынған мәліметтерге негізделе отырып, күн электростанцияларының электрэнергия өндірудің сағаттық графигін құрастыруға арналған бір қатар математикалық теңдеулер. Ары қарай, әр түрлі жыл мезгілі үшін алынған мәліметтерді біріктіріп, жоғары дәлдікпен электроэнергия өндіріуінің жылдық кестесін құрастыруға болады.

Күн электростациясын модельдеу және есептеу құралдары, әр түрлі мәселелерді шешуге қолданылады:

- Жаңа нысанды электрлендіру жобасын құрастыру
- Пайдаланудағы күн электростанциясының пайдалану және монаждауын оңтайландыру
- Коммерциялық ұсыным немесе келісім шартқа отыру үшін алдын алаесептеу жүргізу
- Құрастырылған жүйенің ПӘК-ін есептеу

- Күн электростанциясының жалпы қолданыстағы энергетикалық жүйемен өзара әрекетін үйлестіру
- Энергетикалық тестілеу және есептеулер жүргізу

Жүйе және жобаларды құрастырушылар, инженерлер және жөндеу-реттеушілерөз жұмыстарында қажеттілігі және шешілуі қажет мәселелерге байланысты, күн электростанциясын модельдеу құрадарының ашық (тегін) және ақылы түрінде қолданады. Төменде бағдарламалық жасақттамаларға қысқаша тоқталып кетеміз.

ТЕГІН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАСАҚТАМАЛАР

Күн электростанцияларын модельдеуге мүмкіндік беретін тегін бағдарламалық жасақтамалардың негізгі құрастырушысы «Ұлттық жаңғырмалы энергия көздері зертханасы» (The National Renewable Energy Laboratory - NREL АҚШ) болып табылады. Олар екі ашық (тегін) он-лайн бағдарламалық пакет ұсынып отыр.

PVWatts

Нақтырағы, бұл қолданушыға күн электростанцияның өнімділігін есептеуге мүмкіндік беретін он-лайн калькулятор (pvwatts.nrel.gov). бұл бағдарлама, күн батареяларының жұмыс істеуі туралы базалық (бастапқы) түсінігі бар және қондырғы орантқан соң, өздігінен тиімділігіне көз жеткізуді қалайтын қолданушыға арналған (Сур. 1.3.1).

RESULTS

Print Results

11,807 kWh per Year *

Month	Solar Radiation (kWh / m^2 / day)	AC Energy (kWh)	Energy Value ($)
January	3.96	825	99
February	4.31	809	97
March	5.47	1,108	133
April	6.23	1,187	142
May	6.15	1,184	142
June	5.77	1,068	128
July	6.03	1,139	137
August	5.58	1,060	127
September	4.92	910	109
October	5.15	1,008	121
November	4.25	827	99
December	3.31	682	82
Annual	5.09	11,807	$ 1,416

Сурет 1.3.1 PVWatts бағдарламасының интерфейсі

2014 жылы бағдарлама құраушылары бағдарламаның қолданушы интерфейсін едәуір жаңғыртып және модификациялады. Бұдан басқа, жүргізілетін есептеулер нақтырақ болды. Мысалы, PVWatts ескі нұсқасында нақты қуаттың мәні үнсіз келісім бойынша көрсетілген номинал мәнінің 77%

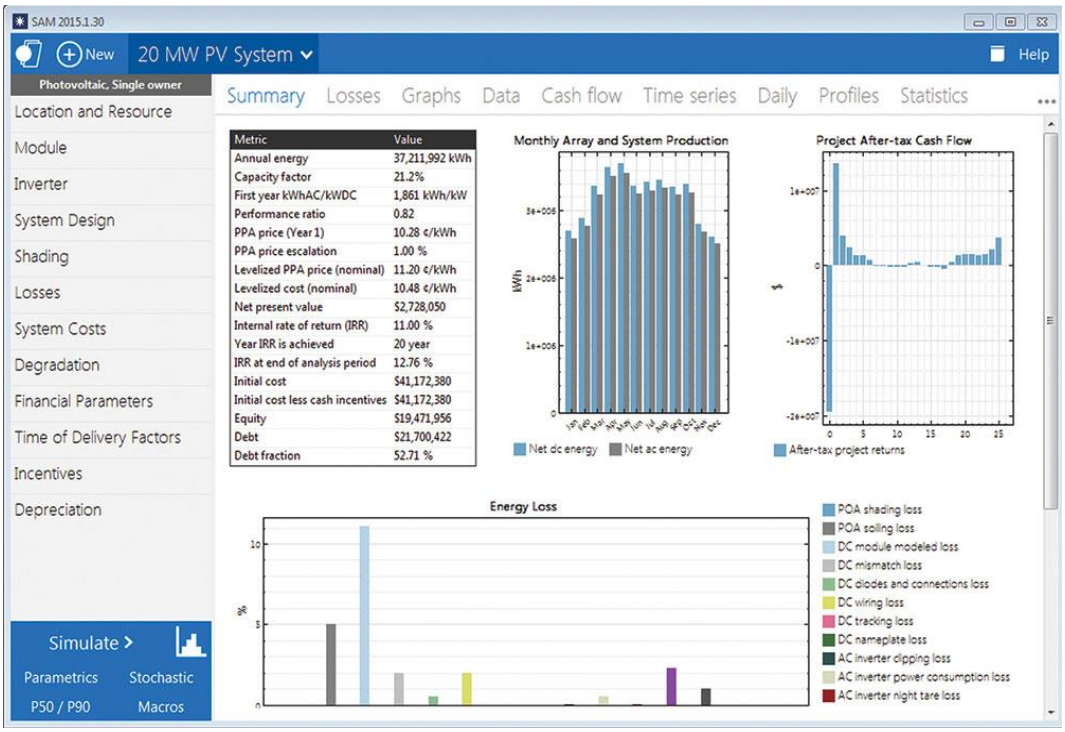
деңгейінде есептелген болса, ал енді жаңа нұсқасында үнсіз келісім бойынша шығын 14% құрайды. Бұдан басқа, фиксацияланған көлбеумен орнатылған фотоэлектрикалық жүйенің есебінен (7 – 9% жұық) жоғарырақ көрсеткіштерді алуға мүмкін болады.

PVWatts жаңа нұсқасында, бір жылға ғана статистикалық мәліметтер есептеледі. Инсоляция және ауа райы жайында мәліметтерді GoogleMaps базасын ескеруге мүмкін. Алынған мәліметтердің дәлдігін күн электростанциясының эффективті қуатын есепке алу және бақылау жүйесінің проектінде көлеңкелеу есебінен болатын қатар аралық шығындарды бағалау арқылы арттыруға болады. Бұл бағдарламаның тиімділігі және сұраныста екендігін сайтқа ай-сайын 20 000-ға жұық қолданушылардың кіруі көрсетіп тұр.

SystemAdvisorModel (SAM)

Күрделірек, бірақ сонымен бірге, инженерлер, зерттеушілер, жоба жасаушылар және жабдық дайындаушы маман қолданушыларға көзделген дәлдігі жоғары модель. Басқада көпттеген заманауи модельдеу жүйелері секілді, SAM күн электростанциясының өнімділігін есептеу жүргізуде, электроэнергияннның генерациялау технологиясын жаңғару үшін бірден бірнеше компьютерлік математикалық модельдер қолданады. /1/

SAM күн электростанциясының тиімдділігін нақты есептеп қана қоймай, өндірілген электр энергиясының жобалық және эксплуатациялық шығындарының бағасын алуға мүмкіндік береді. Бағдарламаға фотоэлектрикалық жүйенің қолдануға мүмкін 8 түрлі қаржылық модель орналыстырылған (Сур. 1.3.2).



Сурет 1.3.2 SystemAdvisorModel бағдарламасының интерфейсі

Басқада айта кететін құндылықтар:

- Табиғаттың құбылмалылығын және қоршаған орта факторыны егжей-тегжейлі есептеу – ентернеттен бірнеше жылдық ауа-райын бақылау базасын енгізуге және өз деректерін енгізуге мүмкіндік бар,
- Фотоэлектрлі модельдер, инверторлар, параболалық қабылдағыштар және коллекторлар және т.б. жүйе компоненттерінің сипатттамалары ендірілген бірнеше деректер кітапханасы бар
- Қаржылық көррсеткіштерді реттеу (өзгерту) мүмкіндігі (несиелеу мөлшері, инфляция, коммерциялық кәсіпорындар және тұрғын үй үшін тарифтер)
- Орнатуға кететін шығындардың қаржылық моделін есептеу (жабдықты сатып алу, қызметкерлерге төлеу, жабдықты жалға алу, жабдық бойынша шығындар), сондай-ақ эксплуатациялық және техникалық қызмет көрсету бойынша шығындыр.

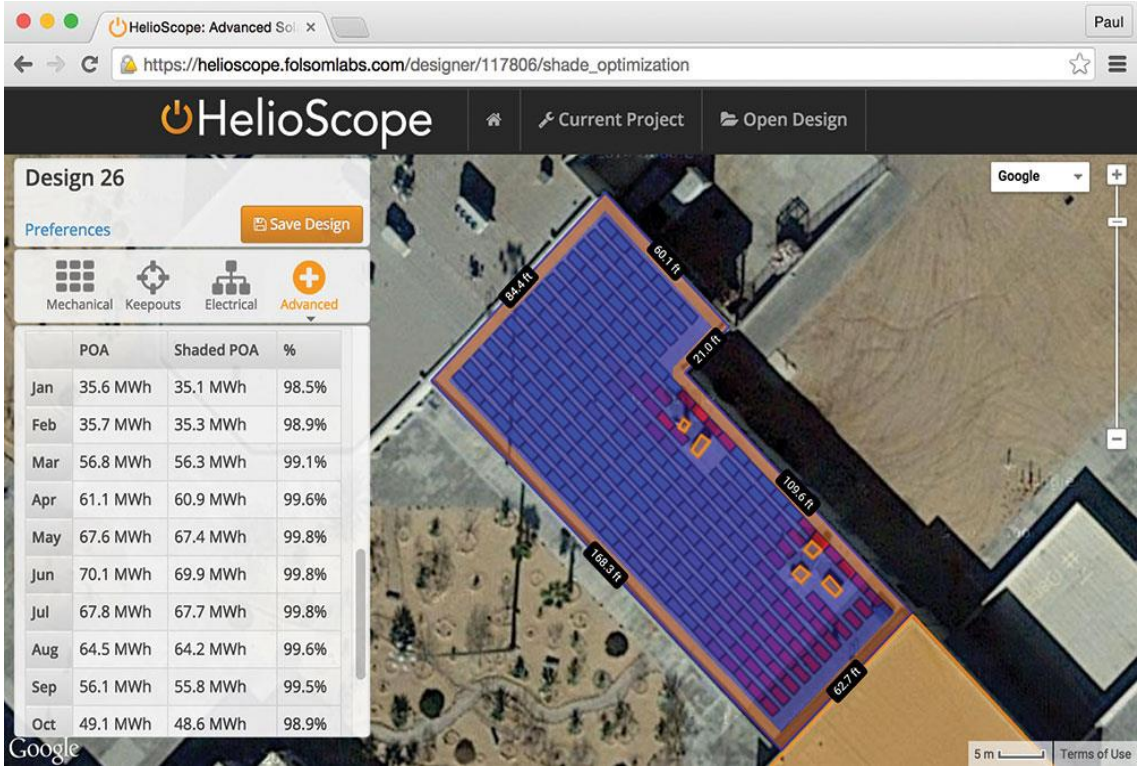
SAM нәтижелерді графиктер, кесте, қолданушыларды қызықтыратын түрлі көрсеткіштер ретінде көрсетеді. Мысалы, электр энергия өндіруінің сағаттық тәуелділік графигі, электр энергияның жылдық көлемі немесе электр тогын сатылуының жылдық табыс көрсеткіші. Алынған есептерді презинтация, есеп немесе коммерциялық ұсыныс ретінде импорттау немесе орналастыру мүмкін.

АҚЫЛЫ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАСАҚТАМАЛАР

Бүгінгі күнде, күн электростанцияларнын есептеуде айтарлықтай жалпылама және арнайы мәселелерді инженерлер шешуде бағдарламалық жасақтамалар бойынша жетерлі көп ұсыныстар бар.

Helioscope

2014 жылы пайда болған, қазіргі заманғы есептеу платформаларының бірі. Оның мақсатты аудиториясы – инженерлер, жүйелік жоба жобалаушылар, менеджерлер және жаңа жоба жасаушылар, сондай-ақ, жобаларды жылжыту және сатумен айналысатын басқада техникалық мамандар. Бағдарламалық жасақтама шатырлық және жерлік күн батареяларының конструкциясын есептеуге мүмкіндік береді. Оны үй тұрғын және коммерциялық жылжымайтын мүліктерге күн электростанцияларды жобалау үшін қолдануға болады. Бастапқыда Helioscope бағдарламасы қуаты 5 МВт-қа дейінгі күн электростанциясын моделдеуге болатын еді, бірақ 2016 жылдың басынан қуаты 100 МВт-тық жүйелерді есептеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бағдарлама енгізілген коммуналдық тарифтер және басқада деректер негізінде, қаржылық көрсеткіштерді есептеуге мүмкіндік береді (Сур.1.3.3)./11/



Сурет 1.3.3 HelioScope бағдарламасының интерфейсі

Helioscope бағдарламасы үйренуді және шарлауды жеңілдететін қарапайым, түсінікті интерфейсі бар. Сонымен қатар, атап өткен жөн:

- Көлеңкелеуден туындайтын шығындарды есептеу үшін 3-D моделін құрауға мүмкіндік беретін арнайы плагиннің барлығы
- Жүйе Google Earth қолдана отырып, жер бетіне физикалық объектілерінің орналасуын модельдеуге мүмкіндік береді
- Құрылыс жоспарын құру процесін айтарлықтай жеделдетуге втоматтандырылған жобалау жүйесінен алынған модельдерді жабдықтауға мүмкіндік береді
- Helioscope күн электростанциясының барлық компоненттерінің физикалық орналасуын модельдеуге мүмкіндік береді, сол себепті сәулетшілер оны үйдің (объктің) жалпы дизайнерлік шешімінің анализін және оңтайлату үшін жиі қолданылады.
- әр түрлі метеорологиялық деректер базасын пайдалану, оның ішінде– белгілі бір аймаққы арналған ауа райы туралы ақпаратты қамтитын, пайдаланушының файлдарды енгізу.

HOMER Pro

Бағдарламаның мақсатты аудиториясы - дизайнерлер, зерттеушілер және жүйелік инженерлер, кампустар, шағын қалалар мен ауылдарды, әскери базаларын немесе аралдардың үшін электр микрожүйесі жобалау/баптау. Бірнеше энергетикалық ресурстарды, соның ішінде күрделі энергетикалық құрылымдар - күн электр қуаты есептеуде, жалпы айтарлықтай үлкен ауытқуымен, қанағаттанарлық нәтиже беретін, өте қарапайым формула

пайдалансада, оның басты артықшылығы гибридті микрожүйені модельдеу мүмкіндігі болып табылады. Жел мен сугенераторлары, күн, өнеркәсіптік / тұрмыстық электржүйе, отын элементтері, құрама жылу және электр өндірушілер, сондай-ақ әр түрлі электрэнергиясын сақтау және жинақтау құрылғысы - бағдарлама түрлі энергия көздерін бір жүйеге біріктіруге мүмкіндік береді.

Homer Pro-ның электржүйесін модельдеу негізінде жатқан негізгі қағида - шығындарды барынша азайту. Бастапқы шарттарына негізделіп, бағдарлама бір мезгілде жүзге жұық түрлі жүйелік конфигурациялар ұсына алады, онда коммуналдық қызмет үшін ағымдағы бағамен және пайдаланылатын жабдықтардың құны негізінде талдау жасайды. Тағы бір нұсқа - бір көзін / генераторды басқасына ауыстыру арқылы өндірілетін электр энергиясының бағасы қаншалықты өзгеретін есептеуге болады.

Polysun

Швейцария SPF Institut für Solar Technik Polysun бағдарламасыны 1992 жылдан бастап шығарып және жаңартумен айналысады. Бүгінгі күнде, бұл бағдарламаның екі нұсқасы бар:

- Professional - күнделікті пайдалану арналған, жеңілдетілген нұсқасы болып, санаулы минуттер ішінде есептеу жургізуге және коммерциялық ұсыным жасауға мүмкіндік беріп, сату және монтаждау бөлім мамандарына арналған.
- Designer - бағдарлама ЖЭК негізінде электр энергиясын жүйесін барынша икемділігі және дәл жобалау, ірі ауқымды жәнеорталық жылумен қамтамасыз ету технологиялық жылу жүйелерінің нақты модельдеу мүмкін. Бағдарламаның негізгі пайдаланушылары – энергетика саласындағы консультанттар, дизайнерлер мен конструкторлар. Сонымен қатар, бағдарлама бар электр жүйелеріне оңтайландыру бойынша талдау және ұсыныстар беруге мүмкіндік береді.

Пайдаланушы потенциалды клиенті оңай көндіруге мүмкіндік беретін күн энергиясын орнатудың келшегі және экономикалық мақсаттылығы, барлық ақпаратты қамтитын жан-жақты және толық техникалық есептеу жүйесін алады./19/

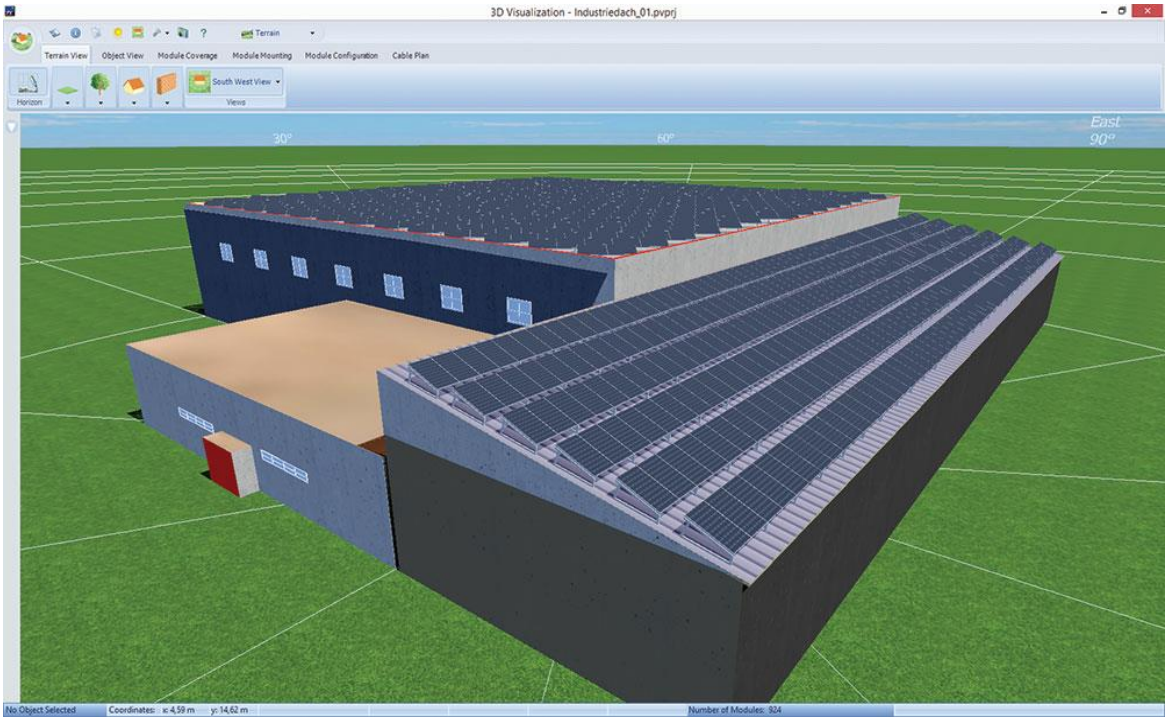
Бұл бағдарламаның негізгі артықшылықтары:

- Бағдарлама орыс тілінде нұсқасы бар
- картада нүктені көрсету жеткілікті бағдарлама дербес түрде Meteotest деректерін пайдаланып, бірнеше жыл бойы деректер көтереді.
- жылыту / салқындату нысандарды, ыстық су, бассейндер пайдалануға, аралас жүйесін құру, түзетулер енгізу мүмкіндігі, жүйені жоболау үшін дайын үлгілік шешімдердің үлкен базасы
- Күн батареялар алаңыны құру (10 мың қондырғыға дейін)
- уақыттық бағалау (сағаттық, күн сайын, апта сайын, және т.б.), энергетикалық ағындары, температура мен жылу жоғалту өзгерістер, жүйеге кіретін кез келген компоненті, деректерді диаграммалар немесе графикалар түрінде визуализациялау./14/

- Қаржылық талдау - күн электрстанциясын қондырғысын орнатқан соң отын шығындардың жылдық үнемдеу, жабдықты сатып алу құнын есепке ала отырып өтелу мерзімі, техникалық қызмет көрсету және пайдалану бойынша ағымдағы шығындар
- әртүрлі сертификатталған фотоэлектрлі модульдері және басқа да жабдықтардың үлкен деректер банкі
- ластану, жел, көлеңкелеу факторларды есептеулерде есепке алу және т.б.

PV*SOL

Неміс компаниясының ValentinSoftware 1999 жылы өндірген күн электр станцияларының, модельдеу құралы. Бұл күн электр жүйелерін, жылу сорғылары және күн жылу жүйелерін есептеулерді және жобалау жүргізу, сондай-ақ электр және жылу ғимараттар саласындағы қаржылық есептеулер жүргізуге мүмкіндік беретін динамикалық бағдарлама болып табылады. Фотоэлектрлік жүйелерді көлеңкелеу нақты талдау жүргізуге мүмкіндік беретін 3D визуалды модельдеу басты артықшылығы болып табылады. Қарапайым, интуитивті түсінікті интерфейс, күн электр станциясын орнату жоспарланып отырған аймақтарды дәл тыңнан жасауға мүмкіндік береді. Алынған модель негізінде, күндік және жылдық, кез-келген уақытта күн фотоэлементерін көлеңелеу туралы толық ақпарат алу мүмкін. Ақпарат негізінде өндірілген энергияның қуатының үйлесімді мәнін алу үшін фотоэлементтердің орналастыруын оңтайландыруға мүмкіндік береді (Сур. 1.3.4).



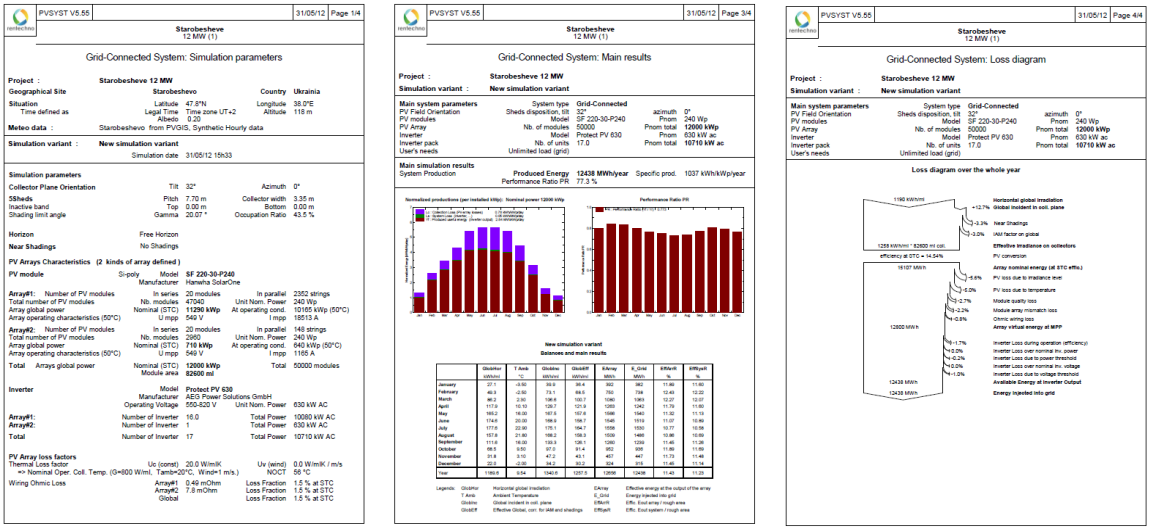
Сурет 1.3.4 PV*SOL бағдарламасының интерфейсі

Бүгінгі күні бағдарламаның үш нұсқасы кеңінен қолданылады:

- PV*SOL premium – фотоэлектрлі қондырғыларда желіге қосуды жобалауға мүмкіндік береді, ұсынылған модель жинақталатын және тұтынылған энергия туралы мәлімет, оны батареялық қондырғыларда жинақтау мүмкіндігі туралы ақпарат алуға мүмкіндік береді Бағдарлама 5000-ға дейін фотоэлектрлі модульдер орнату ауданының визуализациясын құруға мүмкіндік береді (және 2D 100 мың модульдерді). Сонымен қатар, ол күрделі профильді шатырлы ғимараттарда фотоэлектропанельдерді оптималды орналасуын таңдайалады. PV * SOL premium панельдер көлеңкелеуден келтіретін залалдарды ең дәл есептеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бағдарлама энергияны сақтау жүйелерін есептеу үшін өте маңызды болып табылатын, литий-ионды батареялардың жұмыс істеуін өте дәл математикалық модель жүзеге асырылған.
- T*SOL - күн қондырғылары үшін ең тиімді параметрлерді таңдауға, қажетті аймақтың ауданын және батарея сыйымдылығы анықтауға, сондай-ақ күн электростанциясының рентабельдігін есептеуге мүмкіндік беретін бағдарлама.
- GeoT*SOL - жылу сорғылары негізінде жылу жүйелерін жобалауда ең үздік бағдарламалардың бірі./5/

PVsyst

1992 жылы Женева университетінде әзірленген бағдарламалық пакет, фотоэлектрлік жүйелерінде болып жатқан процестерді және деректерді модельдеу, ретке келтіру, зерделеу және талдау үшін кеңінен пайдаланылады. Бағдарламалық жасақтама пакетінің негізгі пайдаланушылар - жобалаушылар, зерттеушілер және сәулетшілер. Бағдарламалық қолданба коммерциялық және жеке пайдалануға арналған, энергия өндірісі тиімділігін есептеулерді орындау және экономикалық негізделген сметасын орындауға мүмкіндік береді. Бағдарлама статикалық және динамикалық (бір немесе екі ості айналу бар) фотоэлектрлік жүйелерді жобалау үшін жарамды болып табылады. Сонымен қатар, бағдарлама айналмалы фотоэлектрлік жүйелерді үшін көлеңкелеу өзгерісін есептеу үшін алгоритмдерді қамтиды (Сур. 1.3.5).



Сурет 1.3.5 PVsyst бағдарламасының интерфейсі

Айта кететін басқа да ерекшеліктері мен артықшылықтары:

- Бағдарлама жұқа пленка элементтерін қоса алғанда, әр түрлі фотоэлектрлі құрылғылар мен жүйелердің үлкен деректер кітапханасы бар
- Meteonorm-нан кез келген аймақ үшін ауа райы деректерін алу
- есептеу дәлдігі жоғары, жобалауда қуаттың нақты көрсеткішінен орташа ауытқуы 2% -дан аспайды
- элементтерін көлеңкелеуді максималды нақты модельдеуге мүмкіндік беретін жаңартылған алгоритмдерін пайдалану мүмкіндігі, соның ішінде - анимациялық 3D модельдерін құру есебінен. Ол қандайда есептеу үшін, сәулеттік дизайнын жасау немесе сондай-ақ потенцмалды клиенттерге презентациялар үшін пайдалануға болады
- электр энергиясын өндіру және ішкі жүйеде жоғалтуға алып елетін, айталықтай нақты теріс факторларды сипаттайтын математикалық модельдерді бағдарлама жүзеге асырады, бұл дәл нәтижелерін алу үшін ғана емес, сонымен қатар шығындарды барынша азайту жолдарын іздеуге мүмкіндік береді
- көлбеу бұрышы және азимутқа байланысты панельдер орнату графиктер мен кестелер түрінде есептеулер.

Бүгінгі күнде PVsyst - өнеркәсіптік күн электр іске асырумен айналысатын инженерлер мен менеджерлер үшін күн энергиясын модельдеу үшін қолданылатын ең танымал құралдарының бірі.

1.4 Күн технологиясы бойынша мәселелерді шешуде технологиялық ерекшеліктер және құрылымдық үлгілер.

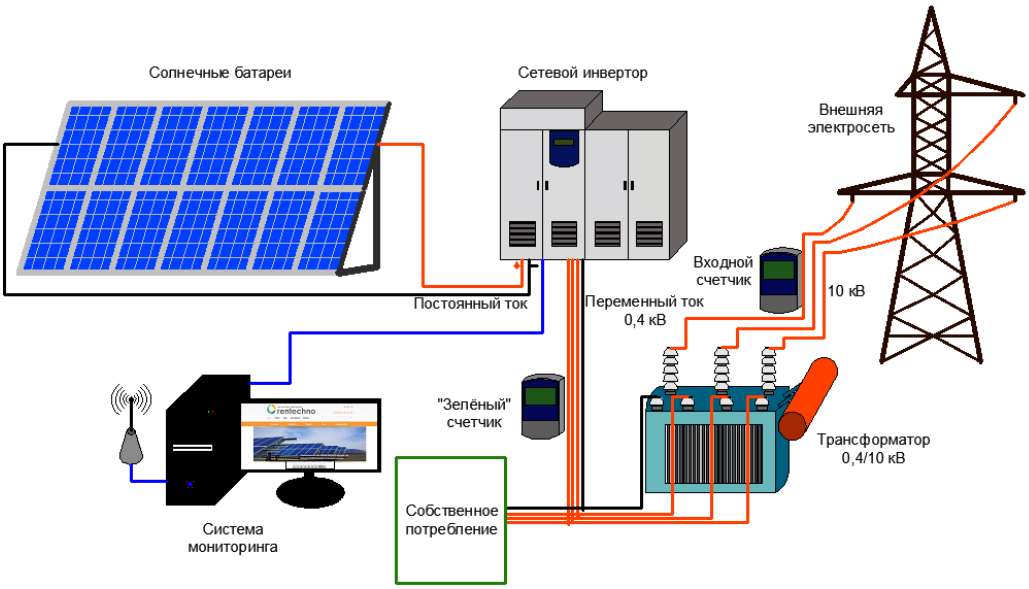
Жер бетіндегі күн электр станциялары тұрақты орнатылған модульдік конструкцияларда массивтер мен қатарларға қосылып, оңтүстікке бағдарланып орналасады. Күн панельдерін тікелей күн түсетін және жыл бойы барынша тиімді энергия өнімдейтін етіп орналастыру өте маңызды. Күннің бағытын бақылау жүйесі неғұрлым тиімді болып саналады (трекерлік жүйе деп аталады), олар бастапқы инвестиция кезінде қымбат, бірақ капитал салымдарды тезірек қайтаруға және 25-30 % - ға көбірек электр энергиясын өндіруге мүмкіндік береді.

Күн электр станциясының жалпы сызбасы (жер үсті станциясы)

Күн сәулесінің әсерінен ФЭМ-де генерацияланатын тұрақты ток, коммутациялық құрылғы арқылы инверторге түседі және сол жерде айнымалы ток электр энергиясына өзгертіледі. Қосар алдында инвертор сыртқы электр желілерінің мониторингін жүргізеді, егер бұл параметрлер инвертор қондырғыларына сай болса, онда 380 В кернеулі айнымалы токтық электр энергиясы күштік щит арқылы күштік трансформаторға түседі және сол жерде кернеу 10 кВ (35 кВ)-қа дейін көтеріледі./6/

Электр энергиясы күштік трансформатордан тарату құрылғысы және өндірілген электр энергиясын есептегіш құрылғы арқылы 10 кВ (35 кВ) электр беру желісіне түседі.

Сонымен, күн электр станциясын салуға келесі құрал-жабдықтар қажет (Сур. 1.4.1):



Сурет 1.4.1 Күн электр станциясына қажетті құрал-жабдықтар

Желілік фотоэлектрлік жүйе құрамына келесі элементтер кіреді:

- Көлбеу бетіне түсетін күн сәулелері әсерінен тұрақты ток өндіретін ***күн батареялары***;
- Күн панельдерінен генерацияланатын тұрақты токі (DC) айнымалы токқа (AC) бейнелейтін ***желілік инвертор***;
- Күн электр станциясының жұмыс параметрлерін бақылап отыруға мүмкіндік беретін ***ФЭС мониторинг жүйесі***;
- Жүйенің өнімділік мониторингін жүргізу және электр энергиясын «жасыл» тариф бойынша сатуға арналған ***есептегіштер***;
- Күн батареяларын жер бетіне, немесе ғимарат шатырына және т.б. орналастыру үшін ***қолдайтын металлоконструкция***, немесе жылжымалы айналмалы күн трекерлері;
- ***Орталықтандырылған желі*** – электр станциясы қосылған электр беру желісі (ЭБЖ);
- ***Меншікті электр энергиясын тұтынушылар***;
- ***Тарату пункті***.

Сондай-ақ, күн электр станциясы орналасқан аймақтың маңында міндетті түрде 35-110 кВ жоғары вольттық кернеудің болуы қажет.

Олардың мазмұнын көшіруден алдын тиісті панелді белсендетуді ұмытпаңыз.

Белсенді «Күн» және «Кестелік» терезелер үшін кейбір қосымша командалар бар:

• «Solar Wnd / Tab in Frame» - терезенің толық бейнесін (тақырыптары және шекараларымен);

• «Solar Wnd / Tab» - терезенің клиенттік аумағының бейнесін (тақырып және шекараларсыз);

• «Solar’ text Window» - «Күн» терезесіндегі мәтінді (табуляциямен бөлінген болуы мүмкін);

• «Solar Table text» - «Кесте» терезесінің мазмұнын кесте ретінде.

Назар аударыңыз, жаңа ақпаратты көшіруден алдын әрбір көшіру командасы алмасу буферінің алдыңғы мазмұнын автоматты түрде тазалайды.

Shadow Analyzer бағдарламасында тағы бір «Increase Line’s width» (Сызықтың енін ұлғайту) командасы бар. Бұл команда «Күн» терезелеріндегі қисық сызықтардың енін өзгертеді. Сондай-ақ пернетақтадан «W» пернесін пайдалануыңызға да болады. Жылдам «W» пернесі белсенді «Күн» панеліндегі сызқтардың енін өзгертеді, ал мәзірдегі тиісті команда бір мезгілде барлық «Күн» терезелеріндегі сызықтардың енін өзгертеді.

Бір нәрсені алмасу буферіне көшіріп алған соң, басқа қосымшаны белсенді етіп, мәзірінен Paste командасын табып, қою командасын іске асырыңыз. Егер қосымша осы мақсат үшін CTRL+V пернелер тіркесімін қолдайтын болса, онда пернетақтаны қолдануға болады.

2 тарау PV-күн технологиясын Shadow Analyzer программасы жүйесінде жобалау.

2.1 PV-күн технологиясын жобалауда Shadow Analyzer программасының мүмкіндігі.

Жаңа жоба әзірлеушілер мен жүйелік жобалаушылар үшін соңғы жылдары пайда болған заманауи компьютерлік бағдарламалардың бірі – бұл Shadow Analyzer бағдарламалық модулі. Күн энергетикасы саласында және сәулетінде кәсіпқойлар үшін алдыңғы қатарлы параметрлік CAD (автоматтандырылған жобалау құралы) құралы болып табылады.

Көптеген басқа 3D құралдардан айырмашылығы – Shadow Analyzer тек қана объектілерді ғана көрсетпей, бұл объектілірден түсетін көленкелерін де көрсетеді./9/

Бағдарлама күн батареяларының шатырдағы, сондай-ақ жер үсті конструкцияларындағы есептеулерді жүргізуге мүмкіндік береді, қуаттылығы әртүрлі күн станцияларын жобалау үшін қолдануға болады, яғни:

- жер үстіндегі объектілердің физикалық орналасуын модельдеу
- құрылыс жоспарын құру үдерісін айтарлықтай жеделдету үшін алынған модельдерді автоматтандырылған жобалау жүйесіне беру мүмкіндігі
- күн электростанциясы компоненттерінің физикалық орналасуын модельдеу (сәулетшілер жалпы дизайнерлік шешімді оңтайландыру және талдау үшін жиі пайдаланады)
- әртүрлі метеорологиялық деректерді пайдалану мүмкіндігі – нақты бір жерге тиесілі ауа-райы туралы ақпаратты қамтитын қолданушылық файлдарды бағдарламаға еңгізу

Бағдарлама кез келген жаңа жобалардың көлеңкелі әсерлерін талдау үшін тамаша құрал болып табылады. Күн жобасын толық талдауын жүзеге асыру үшін көлеңкені тек қана бейнелеп қоймай, сондай-ақ тиісті энергия шығынын есептеу үшін қосымша терезелерді көрсетеді.

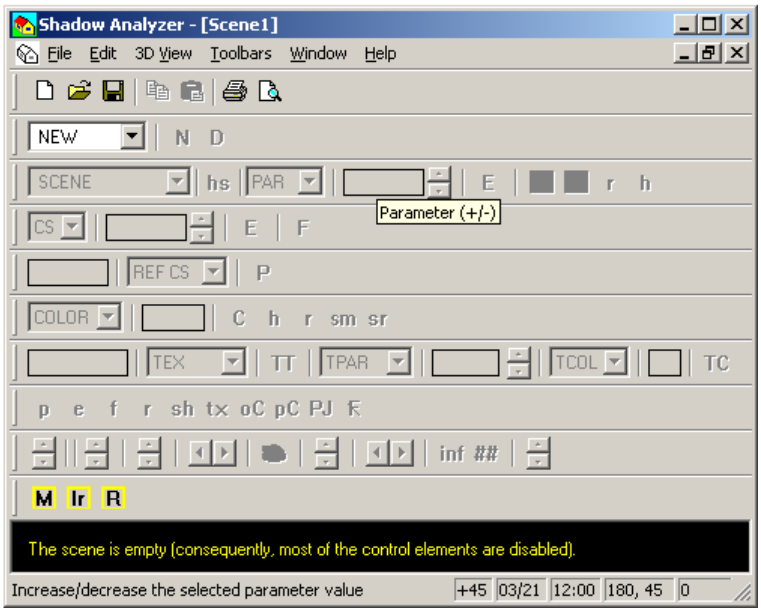
Shadow Analyzer сахна құруға, оны объектілермен толтыруға, объектілердің параметрлерін, орналасқан жерін, түсін және шағылдырғыш қасиеттерін өзгертуге, объектілердің бетіне текстура қолдануға мүмкіндік береді.

Қолданушы интерфейсі мәзір, құралдар тақтасы және жолдың жай-күйінен (строка состояния) тұрады. Кейбір басқару опциялары пернетақта және тышқанмен орындалады.

Құралдар тақтасын бірнеше басқару элементтері қамтиды: батырмалар, төмен түсетін тізімдер, статистикалық элементтер. Сахнамен жұмыс істеу үшін қолданушы интерфейсінің басым бөлігін құралдар тақтасы құрайды. Бірнеше құралдар тақтасы бар: Document (Құжат), Factory, Scene (Сахна), Location (Орналасуы), Parent (Ата-ана), Color (Түс), Texture (Текстура), Show (Көрсету), 3D View (3D түрі), Sun (Күн) (Сур. 2.1.1).

Құралдар тақтасы элементтерінің қысқаша сипаттамасы:

- NEW төмен түсетін тізімді алаң – белсенді сахнаға қосу керек болған жаңа объектінің түрін таңдауға мүмкіндік береді
- SCENE төмен түсетін тізімді алаң – белсенді сахнадағы объектіні таңдауға мүмкіндік береді
- PAR төмен түсетін тізімді алаң – SCENE тізімді өрісінде таңдалған объектінің параметрін таңдауға мүмкіндік береді
- CS төмен түсетін тізімді алаң – SCENE тізімді өрісінде таңдалған объектінің координатасын / бұрышын таңдауға мүмкіндік береді
- REF CS төмен түсетін тізімді алаң – SCENE тізімді өрісінде таңдалған объектінің аналық объектісін (сілтеме) таңдауға мүмкіндік береді
- COLOR алаңы – таңдалған объектінің түсін өзгертуге мүмкіндік береді
- TEX төмен түсетін тізімді алаң – COLOR алаңында таңдалған объект құрылымына қолданатын текстура түрін таңдауға мүкіндік береді
- TPAR төмен түсетін тізімді алаң – COLOR алаңында таңдалған текстураның параметрін таңдауға мүмкіндік береді
- TCOL төмен түсетін тізімді алаң – COLOR алаңында таңдалған текстураның түсін таңдауға мүмкіндік береді
-



Сурет 2.1.1Shadow Analyzer бағдарламасында құралдар тақтасының скриншоты

Күй жолағы бес көрсеткіштен тұрады:
- Географиялық ендік (+/- Солтүстік/Оңтүстік жарты шарлар үшін)
- Дата (айы/күні)
- Уақыт
- Күн: азимут/биіктігі
- Сахнадағы барлық объектілер қырларының жалпы саны

SCENE тізімді өрісін ашып, белсенді сахнадағы барлық объектілердің тізіміне көруге болады. Олар құрылған кезегімен тізімделген. Әр объектінің атауы оның номері мен түрінен тұрады./2/

Обект таңдалған соң, PAR алаңы парметр таңдауға белсенденеді. Төмен түсетін тізімде керекті параметр таңдалады. PAR алаңының оң жағындағы статистикалық алаңға параметрдің керекті мәні енгізіледі. Бұл мәнді екі жолмен өзгертуге болады: пернетақтадан енгізу өрісіне мәнді енгізіп «E» батырмасын басу арқылы, немесе енгізу өрісінің оң жағындағы екі көрсеткіші бар батырманы басу арқылы.

«Landscape Color» және «Spot color» батырмалары көлденең жазықтықтың түсін немесе ондағы кездейсоқ дақтарды белгілеуге пайдаланылады.

«r» батырмасы көлденең жазықтықта шағылысуды көрсету/жасыру үшін қолданылады.

Parent құралдар тақтасы объекттің орналасуы сияқты күрделі параметрді реттеуге пайдаланылады. Әр объекттің нысаны өз координата жүйесінде анықталады. Объекттің өз координата жүйесіндегі орналасуы/бағдары не салыстырмалы, немесе басқа объектіге қатысты анықталуы мүмкін (мысалы «ана» объектісіне). «Ана» объект өзінің «баласына» бірнеше есептеу координата жүйесін бере алады. Олардың бірі «ана» объектінің өзімен байланысты – бұл меншікті координата жүйесі. Басқа жүйелер «ана» объектінің кейбір элементтерімен байланысты болуы мүмкін (мысалы оның қабырғасымен).

REF CS тізімді өрісте объекттің «анасын» және SCENE тізімді өрісінде таңдалған объекттің координата жүйесін таңдауға болады. Бекіту үшін REF CS тізімді өрістің оң жағында тұрған «P» батырмасын басу қажет.

Color құралдар тақтасы объекттің түс схемасын өзгертуге мүмкіндік береді. «Color» диалогтық терезесін шақыру үшін Color құралдар тақтасындағы «C» батырмасын басу керек.

Texture құралдар тақтасы Color тізімді өрісінде таңдалған объектінің бүкіл бетіне, немесе беттер тобына текстура қолдануға мүмкіндік береді. Текстураны қолданған соң, параметрлерін өзгертуге болады.

«Edit» (Редакциялау) мәзірінде екі пайдалы команда бар: «Copy Texture» (Текстураны көшіру) және «Paste Texture» (Текстураны қойу), олар редакцияланған текстураны көшіріп алып, басқа да нысандарға қолдануға болады. Текстураның көшірмесін қолдану үшін SCENE тізімді өрісінде мақсатты объектіні таңдау керек, содан кейін COLOR терезесінде объекттің түсті аймағын (немесе барлық беті) таңдап, Edit мәзіріндегі «Paste Texture» командасын басу керек./9/

Қолданушы интерфейсімен 3D-сахналар арасындағы синхрондау.

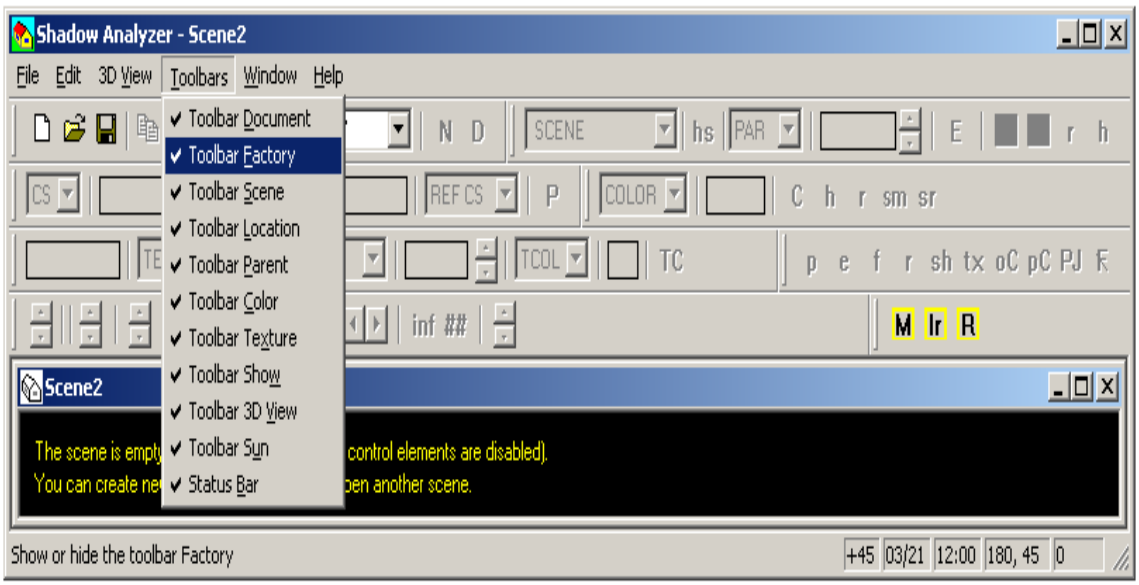
Ең басында Shadow Analyzer автоматты түрде «SCENE1» бос сахнасын жасайды және оны 3D көру терезесінде көрсетеді.

Shadow Analyzer 3D-сахналарды бірнеше терезелерде ұсынуы мүмкін. Сіз әр түрлі сахнадан тұратын және/немесе бір сахнаның әр түрлі тараптарынан

жұмыс істей аласыз. Кез келген жағдайда қолданушы интерфейсі тек бір терезеге – белсенді терезеге сай болады және ол терезенің атауы қазіргі уақытта бөлініп тұрады. Ол белсенді сахнаның белсенді түрі болып саналады. Керекті терезені белсенді ету үшін 3D-сахнаға тышқанмен басығыз.

Басқару элементі үшін әрекет рұқсат етілмеген жағдайда, элемент ажыратылады (сұр түспен көрсетіледі).

Есіңізде болсын, кейбір сахна құрылымына, текстураға, текстура файлына қатысты маңызды командалар тек мәзірде ғана қол жетімді. Сонымен қатар, құралдар тақтасының есімдері Toolbars мәзірінде ғана көрсетіледі (Сур. 2.1.2).



Сурет 2.1.2 Shadow Analyzer бағдарламасының мәзірі

3D View құралдар тақтасы

3D View құралдар тақтасы ең жиі қолданылатын құралдар тақтасы. Ол белсенді 3D View терезесінің параметрлерін басқарады.

Shadow Analyzer бағдарламасында Күннің орналасуын жанама түрде, яғни географиялық кеңдігін, айын, күнін және уақытын құралдар тақтасындағы бірінші төрт (3 тік және 1 көлденең) басқарушы спиндер арқылы басқаруға болады.

Бағдарламада «View from Sun» (Күннен қарау) батырмасы бар, ол әдеттегі көру режимі мен «View from Sun» нақты көру режимі арасындағы тез ауысу мүмкіндігін береді.

«inf» батырмасы Күннің азимутын және биіктігі туралы қысқа мәліметті 3D View терезесінің жоғарғы сол жағында көрсетеді.

«##» батырмасы белсенді 3D View сахнадағы барлық нысандарды нөмірлерімен көрсетеді. Егер нысан басқа нысандардың «анасы» болса, онда оның нөмірі «_»-астын сызу префиксімен болады. Тиісті «балалық» нысанның нөмірлері жақша ішінде көрсетіледі (астын сызусыз). Бұл опция «отбасылық» нысандармен жұмыс істегенде пайдалы./9/

«Zoom In/Out» масштабтау коэффициентінің мәнін өзгертеді. Сонымен қатар «Page Up» / «Page Down» пернелерін, немесе тышқанның дөңелегін де қолдана аласыз.

Кейбір басқару опциялары пернетақтада ұсынылады (қолданушының графикалық интерфейсін қосымша құралдар тақтасымен артық жүктемеу үшін): "1", "2", "3", "4", "9", "0" және "бос орын" (пробел) – бұл негізгі пернелер.

• «1» режим – «Географиялық ендік» режимі;

• «2» режим – «Күн азимуты / биіктігі» немесе «Күні / уақыты» режимдері;

• «3» режим – «Көзқарас» режимі (әдепкі режим);

• «4» режим – «Айы / уақыты» режимі («2» режим сияқты);

• «9» режим – «Күннен қарау» режимі;

• «0» режим – «Әдепкі режим» режимі («3» режимге ұқсас, бірақ оған қосымша ретінде әдепкі жағдайдағы көзқарасты қайтарады).

Алдымен керекті режимді таңдап, содан кейін солға/оңға, жоғары/төмен көрсеткішті пернелерін пайдаланыңыз.

Shadow Analyzer бағдарламасының «Географиялық ендік» режимінде «жоғары/төмен» пернелері көмегімен географиялық ендікті ұлғайта/азайта аласыз. Ендіктің мәні күй қатарының бірінші ұяшығында көрсетіледі. Бұл режимде солға/оңға көрсеткіші бар пернелер жұмыс істемейді.

«Күні/уақыты» режимінде жоғары/төмен көрсеткішті пернелері арқылы айдың күнін өзгерте аласыз. Сондай-ақ уақытты солға/оңға көрсеткішті пернелері арқылы өзгерте аласыз.

«Viewpoint» (көзқарас) режимінде сахнадағы көзқарасыңызды тиісті көрсеткішті пернелері арқылы солға/оңға немесе жоғары/төмен қарата аласыз. Сіз сахнаның айналасында жұмыс істеп жатқандай 3D терезедегі сахна айналып тұрады.

«Month/Time» (Айы/уақыты) режимінде «2» режим сияқты жоғары/төмен көрсеткішті пернелері арқылы жылдың айын өзгерте аласыз, ал айдың күні әрқашан 15-күнді көрсетеді.

«View from Sun» (Күннен қарау) режимі күн коллекторлық жүйелерін (әсіресе күннің жолын бақылайтын жүйенің) визуалды талдау жасауға арнайы әзірленген. Бұл режимде көрсеткішті пернелер «2» немесе «4»-режимдегідей жұмыс істейді (соңғы таңдалған режиміне қарай) – олар 3D терезесінде күнді (күн немесе ай) және уақытты ауыстырады.

3D терезесінде «View from Sun» режимінен әдепкі режимге қайтаруға «0» пернесін пайдаланыңыз.

«Бос орын» пернесін 3D терезесіндегі «View from Sun» (3) режимімен (2)-«Күннің азимуты/биіктігі» режимі арасында ауыстыру үшін қолданыңыз. Сахнамен жұмыс істегенде бұл ең көп ауыстыратын режимдер болып саналады.

Әліпбилік пернелер

Көпшілік әліпбилік пернелер «көрсету/жасыру» операцияларымен байланысты. Келесі пернелер құралдар тақтасының батырмаларын қайталайды:

• "P" – нүктелерді көрсету/жасыру;

• "E" – шеттерін көрсету/жасыру;
• "F" – беттерін көрсету/жасыру;
• "R" – шағылуды көрсету/жасыру;
• "S" – көленкесін көрсету/жасыру;
• "T" – текстураны көрсету/жасыру;
• "O" – ныман таңдалған кездегі «өзіндік» координаттар жүйесін көрсету/жасыру;
• "A" – REF CS құрамдас терезесіндегі «аналық» координаттары жүйесін көрсету/жасыру.

Кейбір ерекше операциялар:
• "Ctrl + R" – «отбасылық» нысандардың ағашын өзгерту;
• "F12" – сіздің компьютеріңіздегі OpenGL параметрлері туралы ақпарат.

2.2 Күн станциясының жеке элементтерін құру үшін Shadow Analyzer программасының негізгі компоненттерінің функциялық мүмкіндіктері.

Төменде құралдар тақтасымен жұмыс істеу нұсқаулығы келтіріледі.

• «Document» құралдар тақтасын құжаттарды жасау/ашу/сақтау үшін пайдаланыңыз;

• «Factory» құралдар тақтасын белсенді сахнаға жаңа нысандарды қосуға пайдаланыңыз;

• «Scene» құралдар тақтасын параметрлерін өзгерту үшін нысанды таңдауға пайдаланыңыз;

• «Landscape Color» және «Spot Color» батырмаларын көлденең жазықтықтың түсін және сол жазықтықтағы кездейсоқ дақтарды орнату үшін пайдаланыңыз. «r» батырмасын көлденең жазықтықтағы шағылуды көрсету/жасыру үшін пайдаланыңыз. «h» батырмасын 3D терезенің ландшафтын жасыру/көрсету үшін қолданыңыз.

• «CS» құралдар тақтасын Scene тізімді өрісінде таңдалған объектінің орналасқан жері/бағдарын өзгерту үшін пайдаланыңыз;

• «F» батырмасын таңдалған объектіні «алыс» объект ретінде көрсету үшін пайдаланыңыз. Сонда ол сахнаның көлемінің есебінен алынып тасталынады және сахнаның алыс фонында көрсетіледі. Дегенмен бұл объектті сахнаның орталығынан алыс, тиісті орынға орналастыруыңыз қажет./6/

• «Parent» құралдар тақтасын объектінің орналасу күрделі параметрін реттеу үшін пайдаланыңыз. SCENE тізімді өрісінде таңдалған объектіге «аналық» объектіні және координаттар жүйесін REF CS тізімді өрісінде таңдай аласыз.

• «Color» құралдар тақтасын объектінің «Color» терезесінде таңдалған нүктелер/ шеттер/ беті немесе беттер тобының түс схемасын өзгерту үшін пайдаланыңыз. «Color» диалогтық терезесін шаөыру үшін түстер құралдар тақтасындағы «C» батырмасын басыңыз.

• «Texture» құралдар тақтасын «Color» терезесінде таңдалған объектінің бүкіл бетіне немесе беттер тобына текстура қолдануға пайдаланыңыз. Егер текстура қолданылған болса, оның параметрлерін басқара аласыз.

Объектілер типі

Белгілі бір сюжеттегі әрбір объектте сондай-ақ «Name» қосымша параметрі бар. Оның мәні объектінің «өзінің аты» жолы болып табылады, оны өңдеуге және сахнаның ағашы құрылымында объектілерді ажырату үшін қысқа пікір ретінде пайдалануға болады.

Shadow Analyzer бағдарламасында келесі типтегі объектілер қол жетімді:

2D примитивтер

2D_3 – өз координат жүйесінде XY жазықтықта үшбұрыш:

C * – XY жазықтықта үшбұрышты оның ортасына көшіру (1 - ортасында, 0 - жоқ);

Dx – X жағының өлшемі, 1 (> 0), координаттары -2 (-dx / 2, 0) және (+dx / 2, 0);

x3 – 3-шыңының x координатасы;

y3 – 3-шыңының y координатасы (> 0);

2D_4 – өз координат жүйесінде XY жазықтықта 4 шыңдық төртбұрыш:

C * – XY жазықтықта төртбұрышты оның ортасына көшіру (1 - ортасында, 0 - жоқ);

Dx – X жағының өлшемі, 1 (> 0), координаттары -2 (-dx / 2, 0) және (+dx / 2, 0);

x3 – 3-шыңының x координатасы;

y3 – 3-шыңының y координатасы (> 0);

x4 – 4-шыңының x координатасы;

y4 – 4-шыңының y координатасы (> 0);

2D_5 – XY жазықтықта 5 шыңдық көпбұрыш:

C * – полигонды өз координаталар жүйесіндегі XY жазықтықта ортасына көшіру (1 - ортасында, 0 - жоқ);

Dx – X жағының өлшемі, 1 (> 0), координаттары -2 (-dx / 2, 0) және (+dx / 2, 0);

x3 – 3-шыңының x координатасы;

y3 – 3-шыңының y координатасы (> 0);

x4 – 4-шыңының x координатасы;

y4 – 4-шыңының y координатасы (> 0);

x5 – 5-шыңының x координатасы;

y5 – 5-шыңының y координатасы (> 0);

2D_Circ – XY жазықтықта шеңбер үлгідегі көпбұрыш:

n – [3, 36] диапазонында шыңдарының саны;

r – сыртқы радиусы (> 0);

2D_Ell – XY жазықтықта эллиптикалық көпбұрыш

n – [3, 36] диапазонында шыңдарының саны;

rx – x бойынша сыртқы радиусы (> 0);

ry – y бойынша сыртқы радиусы (> 0);

2D_GrR – XY жазықтықта тік бұрышты тор:

nx – [1, 100] диапазонында X бағыттағы жасушаларының саны;

ny – [1, 100] диапазонында Y бағыттағы жасушаларының саны;

DX – ұяшық тік бұрышының x-көлемі (0 <DX <= 100);

DУ – ұяшық тік бұрышының y-көлемі (0 <DУ <= 100);

hZ – [1, 100] диапазоны шегінде XY жазықтығының үстінен тордың биіктігі;

2D_Rect – XY жазықтықта тік төртбұрыш:

dX – тік төртбұрыштың X-тік көлемі (> 0)

dY – тік төртбұрыштың Y-тік көлемі (> 0)

2D_Sec – XY жазықтықта шеңбер секторы:

n – [1, 18] диапазонында қырларының саны;

r – сыртқы радиусы (> 0);

A – 0 ° <a <= 180 ° диапазонында орталық бұрышы;

2D_Seg – XY жазықтықта шеңбер сегменті:

n - [2, 36] диапазонында сыртқы қырларының саны;

r – сыртқы радиусы (> 0);

A – 0 ° <a <= 360 ° диапазонында орталық бұрыш;

3D примитивтер

3D_Box – XY жазықтықта оғырланған қорап:

dX – X бойынша мөлшері (> 0);

dY – Y бойынша мөлшері (> 0);

dZ – Z бойынша мөлшері (> 0);

3D_Cone – XY жазықтықта полигондардан дөңгелек болып салынған конус:

n – [3, 36] диапазонында төменгі шеңберлік көпбұрыш шыңдарының саны;

r – төменгі шеңбердің (негізінің) сыртқы радиусы (> 0);

h – конустың биіктігі (> 0);

3D_Cyl – XY жазықтықта полигондардан дөңгелек болып салынған цилиндр:

n – [3, 36] диапазонында жоғарғы/төменгі шеңберлік көпбұрыш шыңдарының саны;

rt – жоғарғы шеңбердің сыртқы радиусы (> 0);

rb – төменгі шеңбердің сыртқы радиусы (> 0);

h – цилиндр биіктігі (> 0);

3D_Cyl_nH – XY жазықтықта полигондардан дөңгелек болып салынған цилиндр:

n – [3, 36] диапазонында жоғарғы/төменгі шеңберлік көпбұрыш шыңдарының саны;

nh – h секциясының саны ([1, 10] диапазонында сыртқы түр көрінісін нақтылау үшін);

rt – жоғарғы шеңбердің сыртқы радиусы (> 0);

rb – төменгі шеңбердің сыртқы радиусы (> 0);

h – цилиндр биіктігі (> 0);

3D_CylE – XY жазықтықта полигондардан эллиптикалық болып салынған цилиндр:

n – [3, 36] диапазонында жоғарғы/төменгі эллиптикалық көпбұрыш шыңдарының саны;

rxt – x бойынша жоғарғы эллипстің сыртқы радиусы (> 0);

ryt - y бойынша жоғарғы эллипстің сыртқы радиусы (> 0);

xt – x бойынша жоғарғы эллипстің ығысуы;

yt – y бойынша жоғарғы эллипстің ығысуы;

rxb – x бойынша төменгі эллипстің сыртқы радиусы (> 0);

rby – y бойынша төменгі эллипстің сыртқы радиусы (> 0);

h – цилиндр биіктігі (> 0)

3D_CylSg – XY жазықтықта сегмент негізінде құрылған цилиндрлік сегмент:

n – [2, 36] диапазонында жоғарғы/төменгі сегменттерінің сыртқы қырларының саны:

rt – жоғарғы сегментінің сыртқы радиусы (> 0);

rb – төменгі сегментінің сыртқы радиусы (> 0);

h – цилиндр биіктігі (> 0);

A – 0° <a <= 360° диапазонында жоғарғы/төменгі сегменттерінің орталық бұрышы;

3D_Ell – XY жазықтықта орналасқан эллипсоид:

nm – [2, 18] диапазонында меридиан бойымен қырлар саны;

ne – [3, 36] диапазонында экватор бойымен қырлар саны;

rx – x бойынша сыртқы радиусы (> 0);

ry – y бойынша сыртқы радиусы (> 0);

rz – z бойынша сыртқы радиусы (> 0);

3D_EllSg – XY жазықтықта эллипсоидтық сегменті:

nm – [2, 18] диапазонында меридиан бойымен қырлар саны;

ne – [3, 36] диапазонында экватор бойымен қырлар саны;

rx – x бойынша сыртқы радиусы (> 0);

ry – y бойынша сыртқы радиусы (> 0);

rz – z бойынша сыртқы радиусы (> 0);

A – 0° <a <= 360° диапазонында сегментінің орталық бұрышы (тік секциялар rx=ry=rz болған кезде);

3D_Sph – сфера:

nm – [2, 18] диапазонында меридиан бойымен қырлар саны;

ne – [3, 36] диапазонында экватор бойымен қырлар саны;

r – сыртқы радиусы (> 0);

3D_SphSg – сфералық сегменті:

nm – [2, 18] диапазонында меридиан бойымен қырлар саны;

ne – [3, 36] диапазонында экватор бойымен қырлар саны;

r – сыртқы радиусы (> 0);

A – 0° <a <= 360° диапазонында сегментінің орталық бұрышы (тік секцияларда);

Массивтер

Arr Rect1s – XY жазықтықтан жоғары біржақты параллель тік бұрыштардан тұратын массив (тік бұрышты матрица):

nx – [1, 100] диапазонында өзінің X осі бойымен тік бұрыштар саны, мәні келесі шартпен шектелген: nx * ny <= 1024;

ny – [1, 100] диапазонында өзінің Y осі бойымен тік бұрыштар саны, мәні келесі шартпен шектелген: nx * ny <= 1024;

dX – [0, 100] диапазонында тік бұрыштың X бойынша көлемі;

dY – [0, 100] диапазонында тік бұрыштың Y бойынша көлемі;

gX – [0, 100] диапазонында X бойынша тік бұрыштардың арасындағы алшақтық;

gY –[0, 100] диапазонында Y бойынша тік бұрыштардың арасындағы алшақтық;

hZ – [0, 100] диапазонында XY жазықтықтан биіктігі;

Arr RectInc – көлбеу тік бұрыштық массив (тік бұрышты матрица):

Shadow Analyzer бағдарламасының «Күн» терезелері осы типтегі объектілерді стационарлық коллекторлар есебінде қабылдайды;

nx – [1, 100] диапазонында өзінің X осі бойымен тік бұрыштар саны, мәні келесі шартпен шектелген: nx * ny <= 1024;

ny – [1, 100] диапазонында өзінің Y осі бойымен тік бұрыштар саны, мәні келесі шартпен шектелген: nx * ny <= 1024;

dX – [0, 100] диапазонында тік бұрыштың X бойынша көлемі;

dY – [0, 100] диапазонында тік бұрыштың Y бойынша көлемі;

gX – [0, 100] диапазонында X бойынша тік бұрыштардың арасындағы алшақтық;

gY –[0, 100] диапазонында Y бойынша тік бұрыштардың арасындағы алшақтық;

hZ – [0, 100] диапазонында XY жазықтықтан биіктігі;

iA – нормальдің градус бойынша көлбеу бұрышы, Z (0°), -Y (90°), +Y (-90°), модульдік мәні <= 90°;

Ескертпе: Y-осі бойынша gY қашықтығы тік бұрыштың көлденең жағдайына белгіленген (iA=0°), соның үшін iA-нің кез-келген мәнінде тік бұрыштардың орталық позициялары өзгермейді және тік бұрыштардың Y бойынша арақашықтығы да өзгермейді, мәні dY+gY тең.

Arr RectST – 2 осьтық күнге бағытталған массив (тік бұрышты матрица):

Shadow Analyzer бағдарламасының «Күн» терезелері осы типтегі объектілерді трекерлік (күнге бағытталған) коллекторлар есебінде қабылдайды;

nx – [1, 100] диапазонында өзінің X осі бойымен тік бұрыштар саны, мәні келесі шартпен шектелген: nx * ny <= 1024;

ny – [1, 100] диапазонында өзінің Y осі бойымен тік бұрыштар саны, мәні келесі шартпен шектелген: nx * ny <= 1024;

dX – [0, 100] диапазонында тік бұрыштың X бойынша көлемі;

dY – [0, 100] диапазонында тік бұрыштың Y бойынша көлемі;

gX – [0, 100] диапазонында X бойынша тік бұрыштардың арасындағы алшақтық;

gY –[0, 100] диапазонында Y бойынша тік бұрыштардың арасындағы алшақтық;

hC – [0, 100] диапазонында бағанның биіктігі;

Ex – [0, 100] диапазонында нормаль бойынша айналу нүктесінен экран жазықтығының ығысуы;

Ескертпе: gX және gY параметрлерінің X және Y қашықтықтары тік бұрыштардың көлденең позициясына белгіленген (тік бұрыштардың нормалі Зенитке қаратылғанда және тік бұрыштың қабырғалары X, Y осьтеріне параллельді болғанда – экваторда 21 наурыз күн жартыда сияқты). Тік бұрыш бағандарының позициясы кез келген бағдарда өзгеріссіз қалады және олардың арасындағы X- Y- қашықтық dX+gX және dY+gY тең.

Қарапайым ғимараттар

Bld_41 – XY жазықтықта шоғырланған ғимарат (4 қабырға, 1 жазықтық шатыр):

dX – X бойынша мөлшері (> 0);

dY - Y бойынша мөлшері (> 0);

hf – алдыңғы қабырға биіктігі (> 0);

hb – артқы қабырға биіктігі (> 0);

ex – бүйір қабырғалар жазықтығынан тыс шатырдың бүйір шеттерінің x-кеңейтуі (> = 0);

ef – алдыңғы қабырға жазықтығынан тыс шатырдың алдыңғы шеттерінің y-кеңейтуі (> = 0);

eb – артқы қабырға жазықтығынан тыс шатырдың артқы шеттерінің y-кеңейтуі (> = 0);

Bld_42 – XY жазықтықта шоғырланған ғимарат (4 қабырға, 2 жазықтық шатыр):

dX – X бойынша мөлшері (> 0). Шектеу: dX > 2*| xt |;

dY – Y бойынша мөлшері (> 0);

hw – бүйір қабырғаларының биіктігі (> 0);

xt – шатырдың жоғарғы сызығының x-позиция. Шектеу: -dX/2 < xt < dX/2;

hr – бүйір қабырғаларының жоғарғы жиегінен шатырдың биіктігі (> = 0);

ex – бүйір қабырғалар жазықтығынан тыс шатырдың бүйір шеттерінің x-кеңейтуі (> = 0);

ey – алдыңғы/артқы қабырғалар жазықтығынан тыс шатырдың алдыңғы/артқы шеттерінің y-кеңейтуі (> = 0);

Bld_43 – XY жазықтықта шоғырланған ғимарат (4 қабырға, 3 жазықтық шатыр):

dX – X бойынша мөлшері (> 0);

dY – Y бойынша мөлшері (> 0). Шектеу: ft <= dY;

hw – бүйір қабырғаларының биіктігі (> 0);

ft – алдыңғы қабырға жазықтығы және шатырдың алдыңғы жоғарғы нүктесі арасындағы y-қашықтық (> 0). Шектеу: ft <= dY;

hr – бүйір қабырғаларының жоғарғы шеттерінен шатырдың биіктігі (>=0);

ex – бүйір қабырғалар жазықтығынан тыс шатырдың бүйір шеттерінің x-кеңейтуі (> = 0);

eb – артқы қабырға жазықтығынан тыс шатырдың артқы жиегінің y-кеңейтуі (> = 0);

Bld_44 – XY жазықтықта шоғырланған ғимарат (4 қабырға, 4 жазықтық шатыр):

dX – X бойынша мөлшері (> 0);

dY – Y бойынша мөлшері (> 0). Шектеу: dY> = 2 * ft;

hw – қабырғасының биіктігі (> 0);

ft – алдыңғы/артқы қабырғалары жазықтықтығы мен шатырдың алдыңғы/артқы жоғарғы нүктесі арасындағы y-қашықтық (> 0). Шектеу: ft=<dY/2;

hr – қабырғаның жоғарғы шеттерінен шатырдың биіктігі (> = 0);

ex – бүйір қабырғалар жазықтығынан тыс шатырдың бүйір шеттерінің x-кеңейтуі (> = 0);

BlF_Orl – ғимарат фрагменті: фрагмент (шатыры 2 жазықтықтан) XY жазықтықтық полигонында салынған.

nw – [2, 5] диапазонында қабырғалар саны;

rwp – қабырғалары салынған көпбұрыштың сыртқы радиусы (> 0);

hw – қабырғасының минималды биіктігі - ең төмен тік жиектері биіктігі (> 0);

hr – қабырғаның минималды биіктігінен шатырдың биіктігі (> = 0);

ex – бүйір қабырғалар жазықтығынан тыс шатырдың бүйір шеттерінің x-кеңейтуі (> = 0);

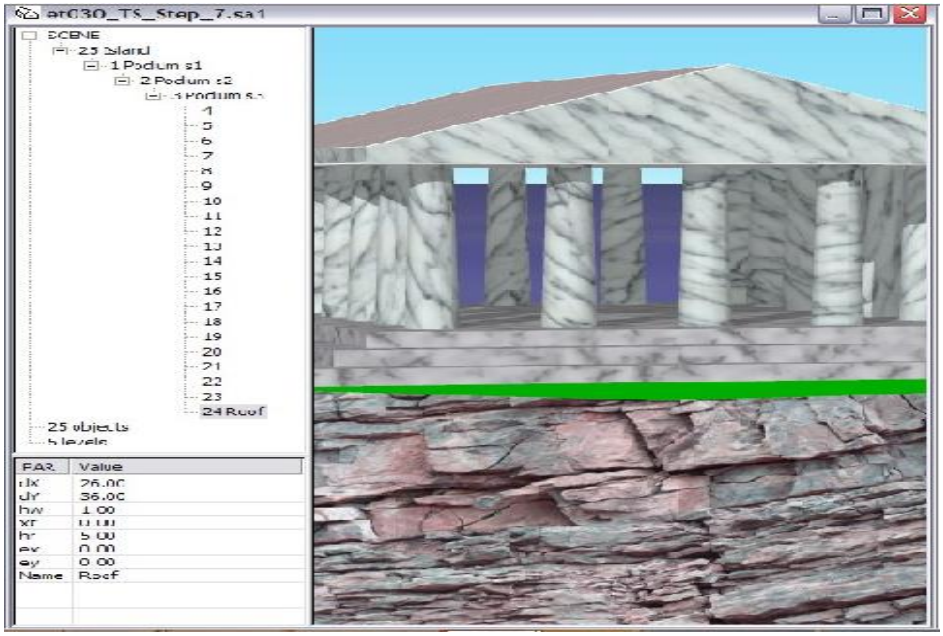
ey – алдыңғы қабырғалар жазықтығынан тыс шатырдың алдыңғы шеттерінің y-кеңейтуі (> = 0);

3D View панельдері

Әрбір 3D View терезенің 3 панелі бар. Панелдер екі жіңішке сызықпен бөлінген: тік және көлденең. Панелдердің өлшемін осы сызықтарды жылжыта отырып өзгерте аласыз.

Оң жақ панелде 3D View терезенің өзі орналасқан.

Сахнаның файлін бірінші рет ашқан кезде, екі 3D терезе панелі барынша азайтылған болады. Сол жақ панелдерді көру үшін оларды бөліп түрған жіңішке сызықты оңға қарай жылжытыңыз. Сонда, төмендегі скриншотта көрсетілгендей, 3 панелдің барлығын көресіз (Сур. 2.2.1).



Сурет 2.2.1Shadow Analyzer бағдарламасында 3D терезелерінің көрінісі

Жоғарғы сол жақ панелінде сахнаның ағаш тәрізді құрылымы бейнеленеді. Ағаш панелі сахнаның объектілері арасындағы «аналық/балалық» қатынасын көрсетеді./9/

Сол жақ төменгі панелі таңдалған объектінің барлық параметрлер тізімін көрсетеді. Ол екі бағанадан тұрады: «PAR» және «Value». Егер бірде-бір объект таңдалмаған болса, онда бұл панель бос болады.

Параметр панелінің ішінде тікелей объекттің параметрін түзете алмайсыз. Оның орнына, параметрлер панелінің жолын таңдау PAR тізімді өрісіндегі параметрін таңдаумен және Edit параметрлерді бақылау өрісімен синхрондалады, осы жерде әдеттегідей параметрлердің мәнін түзете аласыз.

Суреттер, мәтіндер және кестелерді көшіріп алу

Edit мәзірінде екі секция бар: «Set window Size of» (терезенің мөлшерін орнату) және «Copy To Clipboard» (алмасу буферына көшіру).

Терезенің бейнесін көшіруден бұрын оның көлемін өзгерте аласыз. Тышқанның көмегімен терезе шекарасын жай ғана жылжытып қойса да болады, бірақ кейде барынша нақты реттеу қажеттігі туындауы мүмкін. «Set window Size of» бөліміндегі командалар терезенің мөлшерін пикселдерде орнатуға мүмкіндік береді. «Mane Window …» (Басты терезе ...) және «Active Frame Wnd …» командалары қарапайым «Set Window Size» терезесін шақырады.

Қосымша соңғы өңдеуді есте сақтайды. Осылайша, диалогтық терезені шақырмай-ақ кез келген белсенді сахна терезесіне сол мөлшерді «Repeat Window Size» командасын қолданумен қайталауға болады.

Дегенмен, бұл әдістер жекелеген 3D View панелдерінің мөлшерін орнатуға мүмкіндік бермесе де, сахна терезесінің мөлшерін өзгерту кезінде екі сол жақ панелдері өз енін ұстайды.

Кез-келген белсенді қосымшаның бейнесін алмасу буферіне көшіруге мүмкіндік беретін Windows жүйесінің стандартты әдісі бар. Бұл Shadow Analyzer бағдарламасына да жарамды болып табылады:

• Белсенді басты терезенің көшірмесін жасауға ALT + Print Screen пернелерін пернетақтадан басыңыз;

• Бүкіл экранның көшірмесін жасау үшін Print Screen пернесін басыңыз.

«Copy To Clipboard» командалары келесілерді көшіруге мүмкіндік береді:

• «Main Window in Frame» (Клиенттің басты терезесі) – басты терезенің барлығын;

• «Tree / PAR / 3D View in Frame» - 3D-көрініс терезенің барлығын (тақырып, мәзір, құралдар тақтасы және шекараларымен);

• «Tree / PAR / 3D Views» - 3D View терезесінің клиенттік аймағын (тақырып және шекараларымен);

• «Tree View» - ағаш панелінің суретін (шексіз);

• «PAR View» - параметрлер панелінің суретін (шексіз);

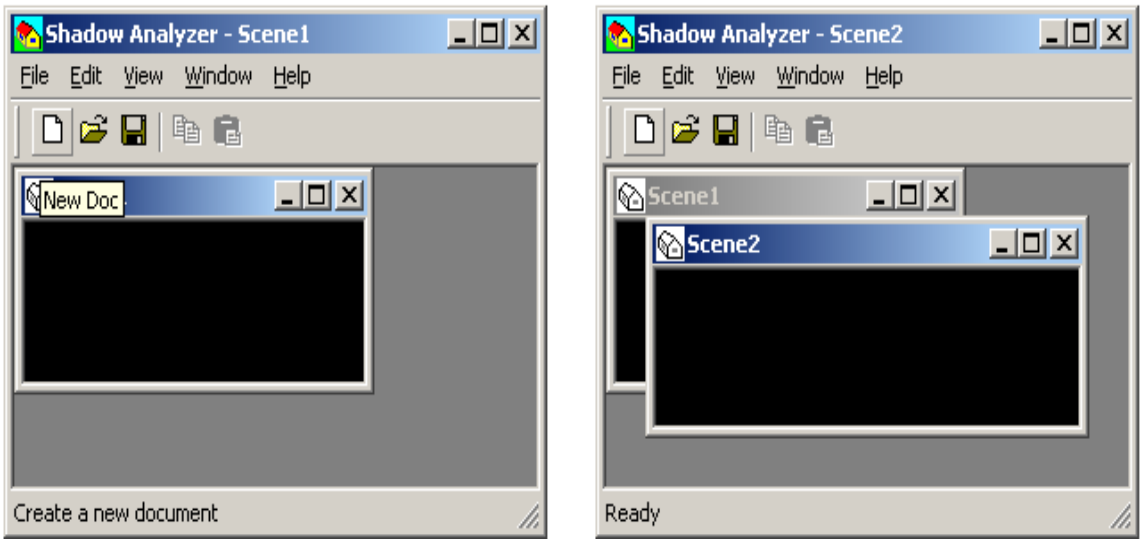
• «PAR View Table text» - параметрлер панелінің мәтінін кестелік форматта (шексіз);

• «3D View» - 3D View панелінің суретін (шексіз).

2.3 PV-күн фотоэлектрлік станциясын жобалау үшін негізгі компоненттерді дайындау және құру.

Жаңа сахна жасау

Жаңа бос сахна жасау үшін құралдар тақтасындағы «New Doc» (Жаңа құжат) батырмасын қолданыңыз немесе File мәзірін ашып «New Scene» (Жаңа сахна) пунктін басыңыз (Сур. 2.3.1).

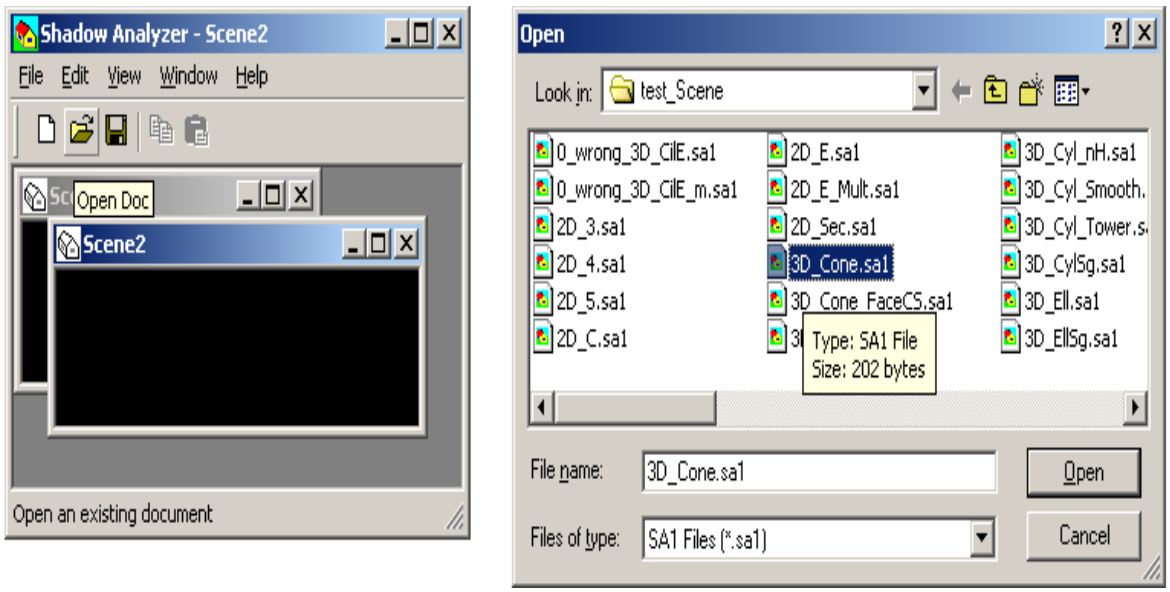


Сурет 2.3.1Shadow Analyzer бағдарламасында жаңа сахна құру процесі

Жаңа құрылған сахна автоматты түрде SCENE 1, 2, 3 және т.б. әдепкі атты алады. Кейінірек, сахнаны құжатқа сақтау кезінде («.sa1» файл кеңейтімімен) өз қалауыңыз бойынша атауын өзгерте аласыз.

Сақталған сахна құжатын ашыңыз, бірнеше объектілер қосыңыз

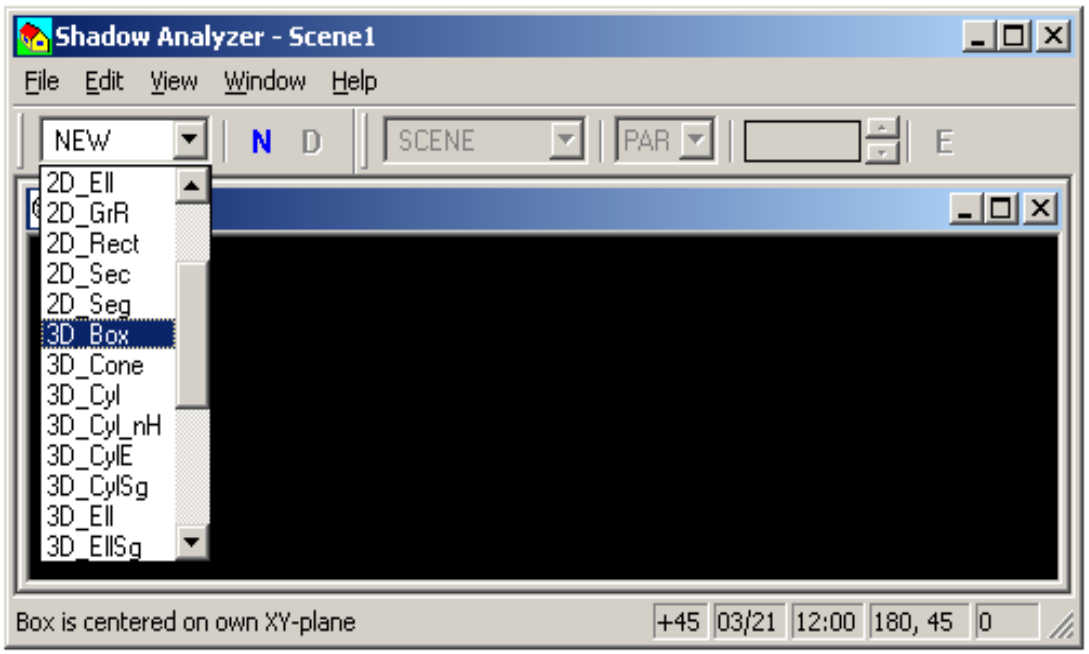
Сақталған сахна құжатын ашу үшін құжаттар тақтасындағы «Open Doc» (Құжатты ашу) батырмасын қолданыңыз немесе File мәзірін ашып «Open Scene File …» батырмасын басыңыз. Windows стандартты «Ашу» терезесі пайда болады. Файлды каталогты табыңыз, керекті «.sa1» кеңейтулік файлды таңдап «Ашу» батырмасын басыңыз.



Сурет 2.3.2 Shadow Analyzer бағдарламасында жаңа сахна құру немесе сахнаны ашу процесі

Жаңа сахна пайда болады. Файлдың аты 3D терезесінің тақырып жолында пайда болады. Белсенді сахнаны сақтау үшін құралдар тақтасынан «Save Doc» (Құжатты сақтау) батырмасын қолданыңыз немесе File мәзірін ашып «Save» (Сақтау) немесе «Save As …» (Қалай сақтау ...) батырмаларының бірін басыңыз.

Объект жасап, оны белсенді сахнаға қосу үшін, біріншіден, объектінің типін таңдау қажет. Тышқанның көрсеткішін құралдар тақтасындағы «New» (Жаңа) тізімді өрісіне жақындатыңыз. Жаңа объекттің типін таңдау үшін Factory құралдар тақтасынан New терезесін ашыңыз. Басқан кезде объектілер типінің тізімі ашылады (Сур. 2.3.3)./13/

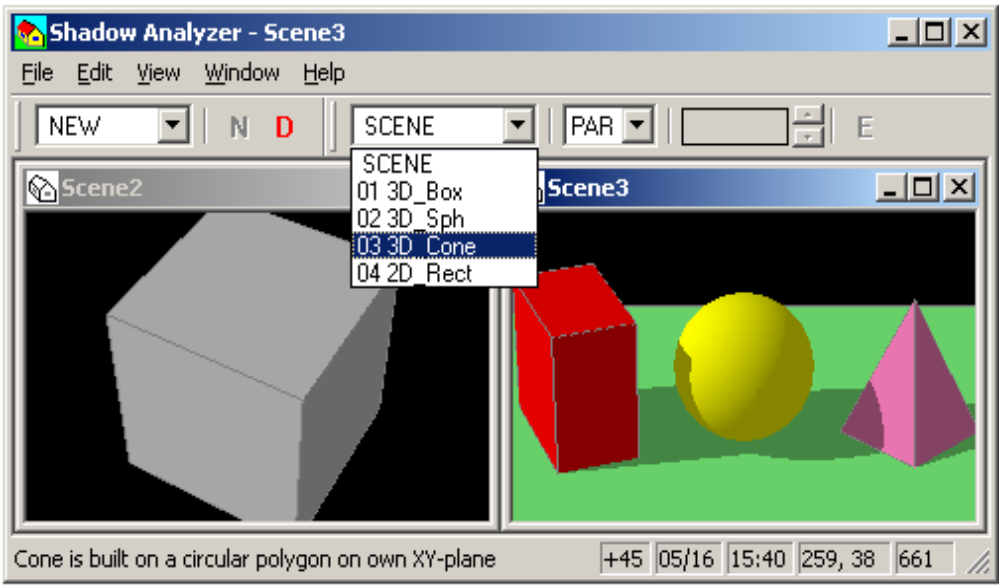


Сурет 2.3.3 Shadow Analyzer бағдарламасында жаңа объект құру

Объектінің типін таңдаңыз.

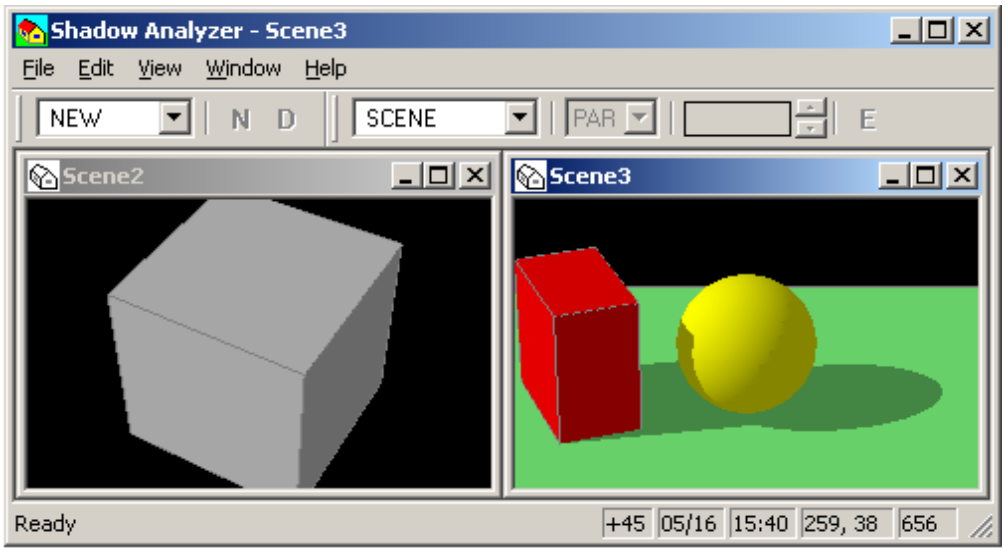
Керекті объектті таңдаған соң, тізім жабылады. Таңдалған типтегі объект New тізімді өрісінде пайда болады және құралдар тақтасындағы N батырмасы қол жетімді болады. N батырмасын басқан соң жаңа объект құрылады және белсенді сахнаға қосылады. Жаңа объект, сондай-ақ, Scene құралдар тақтасындағы SCENE тізімді өрісінде де пайда болады.

Объекттің аты оның сахнадағы реттік нөмірінен және типінің атынан тұрады. Белсенді сахнада объектіні таңдау үшін Scene құралдар тақтасындағы SCENE тізімді өрісін ашыңыз. Сахна объектілерінің тізімі түсіріледі (Сур. 2.3.4).



Сурет 2.3.4 Shadow Analyzer бағдарламасында сахна объектілері мысалдары

Тізімде объектінің жолын басу арқылы керекті объектіні таңдаңыз. Құралдар тақтасындағы D батырмасы қол жетімді болады. Құралдар тақтасында D батырмасын басыңыз (Сур. 2.3.5).

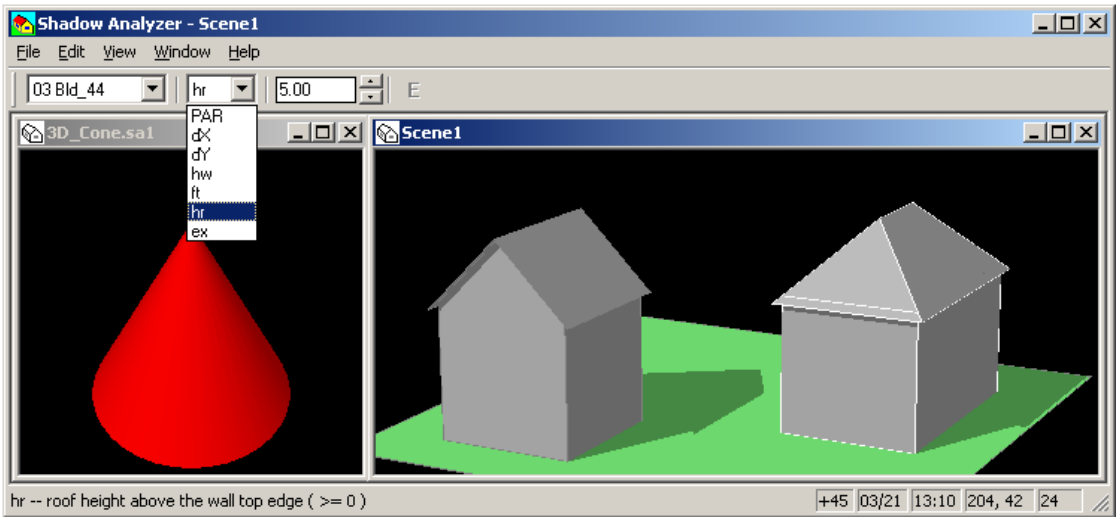


Сурет 2.3.5 Shadow Analyzer бағдарламасында сахна объектілерін жою

Объект жойылады.

Объекттің параметрлерін орнату.

3D терезенің кез келген жеріне басу арқылы, қажетті сахнаны іске қосыңыз. SCENE тізімді өрісінде кажетті объектіні табыңыз және таңдау жасаңыз. Объект таңдалғаннан кейін Scene құралдар тақтасындағы PAR тізімді өрісі қолжетімді болады. Таңдалған объектінің барлық параметрлерін көру үшін PAR тізімді өрісін ашыңыз. Керекті параметрді таңдаңыз. Параметр таңдалғаннан кейін құралдар тақтасындағы мәнін өзгерту терезесі және басқарушы спиндер қолжетімді болады (Сур. 2.3.6)./9/



Сурет 2.3.6 Shadow Analyzer бағдарламасында сахна объектілерінің параметрлерін орнату

Таңдалған параметрдің мәнін екі тәсілмен өзгерте аласыз: не жаңа мәнін Edit бақылау терезесіне енгізіп, «E» батырмасын басу, немесе Edit бақылау терезесінің оң жағында тұрған көрсеткіштері бар батырмалардың бірін басу арқылы.

Параметрдің мәні Edit бақылау терезесіде өзгерген соң, Scene құралдар тақтасындағы «E» батырмасы қолжетімді болады. Жаңа мәнді қолдану үшін «E» батырмасына басыңыз. Егер енгізілген мәні дұрыс болса, онда ол қолданылады.

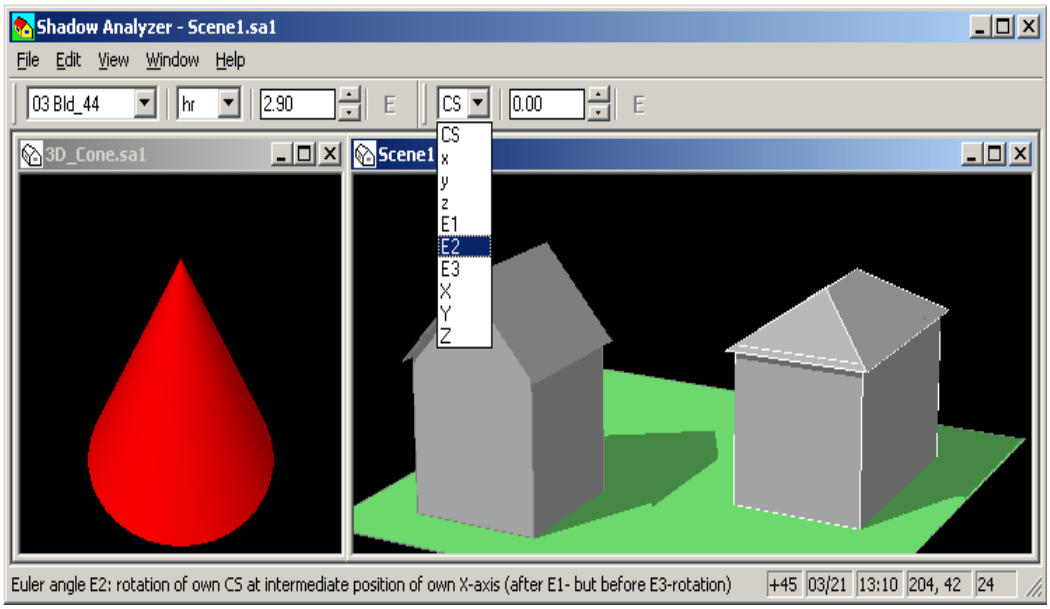
Екінші тәсілде көрсеткіштері бар екі кішкентай батырмаларды басыңыз. Мәні қадам қадаммен артады/азаяды. Бұл тәсілде «E» батырмасын қолданудың қажеті жоқ (батырма қолжетімсіз болып қалабереді).

Объектінің орналасуын белгілеу.

Керекті объектіні табыңыз және таңдаңыз. Объект таңдалған соң, Location құралдар тақтасындағы CS (Coordinate System – координаталық жүйе) тізімді өрісі қолжетімді болады.

Таңдалған объектінің барлық координаттар/бұрыштар тізімін көру үшін CS- төмен түсетін тізімін ашыңыз. Қалаған координатты/бұрышты табыңыз және таңдаңыз. Таңдалған координата немесе бұрышы CS тізімді өрісінің редакциялау терезесінде пайда болады.

Координат/бұрыш таңдалған соң, Location құралдар тақтасындағы мәнін редакциялау терезесі және басқарушы спиндер (кішкентай батырмалар) қолжетімді болады (Сур. 2.3.7).



Сурет 2.3.7 Shadow Analyzer бағдарламасында сахна объектілерінің орналасуын белгілеу

Келесі кооодинаттар жүйесінің иерархиясын есте сақтаңыз. Әрбір объектінің пішіні (объектінің параметрі және типіне қарай) өз координата жүйесінде анықталады. Объектінің өз координата жүйесінде

орналасуы/бағдары сахнаға қатысты немесе басқа объектіге («аналық» объектіге) салыстырмалы түрде анықталуы мүмкін. «Аналық» объект өзінің «баласына» бірнеше есептеу жүйесін бере алады. Олардың бірі «аналық» объектінің өзімен байланысты – бұл өз (меншікті) координата жүйесі деп аталады. Басқасы «аналық» объектінің кейбір элементтерімен байланысты болуы мүмкін (мысалы, оның бетімен).

CS тізімді өрісінде объектінің өз координата жүйесінде орналасқан жерін, сондай-ақ «аналық» координата жүйесіндегі өз координата жүйесінің бағдарын/орналасуын анықтайтын 9 координаттар/бұрыштар бар.

x, y, z координаттары объектінің өз координата жүйесінде орналасуын анықтайды.

E1, E2, E3 бұрыштары – бұл өз координата жүйесін «аналық» координата жүйесінде анықтайтын Эйлер бағдарлау бұрыштары.

X, Y, Z координаттары өз координата жүйесін «аналық» координата жүйесінде орналасуын анықтайды.

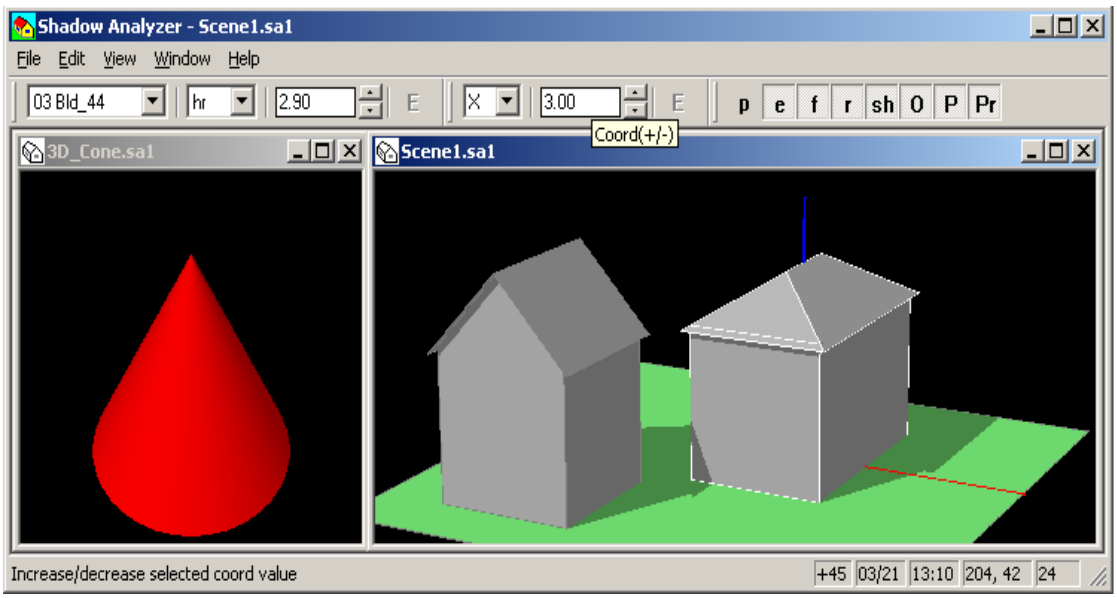
Өз координата жүйесі өзінің бағдарын өзгерткенде, ол оның шығу тегінде айналады. Осылайша, бірнеше остегі барлық бұрылыстардың орталығы әрқашан өз координата жүйесінің шығу тегіне байланысты. Объект осы орталықта өз координата жүйесімен бірге айналады. X, Y, Z координаттарын өзгерте отырып, объектіні айналу орталығына қатысты жылжыта аламыз (Сур. 2.3.8).

Эйлер бұрыштарының келесі анықтамаларын қолданамыз:

• E1 – объекті өз координата жүйесінің X осі бойынша айналу;

• E2 – объекті өз координата жүйесінің Y осі бойынша айналу (E1 ден кейін, бірақ E3-ке дейін);

• E3 – объекті өз координата жүйесінің Z осі бойынша айналу.



Сурет 2.3.8 Сурет 2.3.7 Shadow Analyzer бағдарламасында сахна объектілерінің орналасуын белгілеу

Сахнаның көлемін және «алыс» объектілерін есептеу.

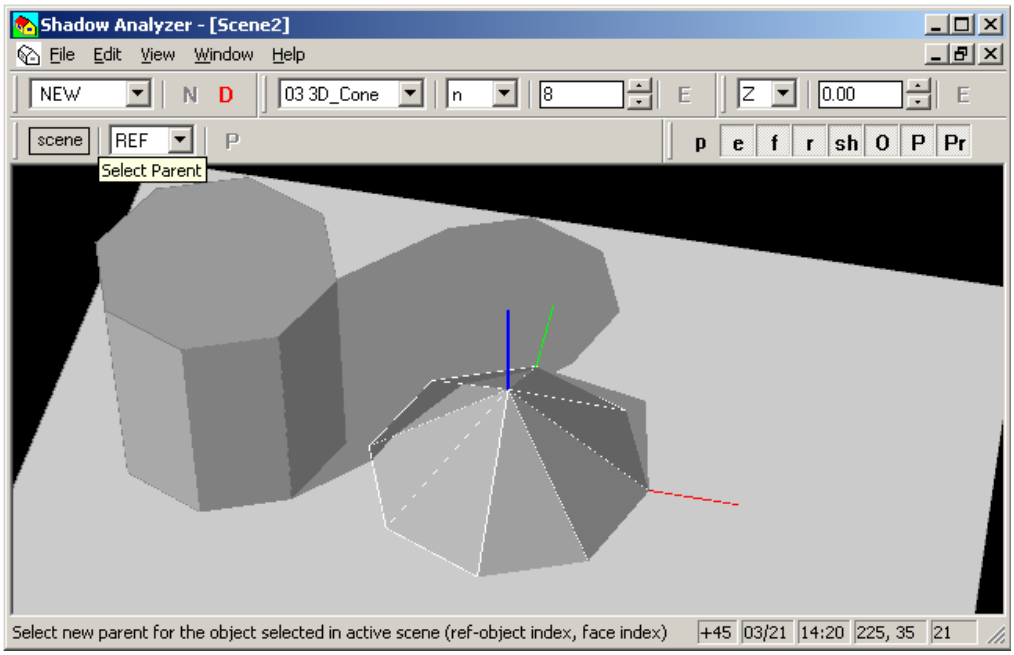
Сахнаның көлемін ең үлкен объект, немесе объектілердің арасындағы ең ұзақ арақашықтығы анықтайды. Бірақ бұл ереже «кішкентай» объектіні «үлкен» объект аясында көргенде, немесе нақты бір «кішкентай» объектіні басқа да «шағын» объектілердің фонында қарағанда ыңғайсыз болады.

Сипатталған проблеманың шешімі ретінде объектінің тағы бір атрибутын енгізу болып табылады – екі ықтималды жай-күйі бар «алыс» атрибуты («алыс» немесе «жақын»). Сонда кейбір объектілерді «алыс» объект ретінде жариялай аламыз (SCENE тізімді өрісінде таңдаған соң, Location құралдар тақтасындағы «F» батырмасы көмегімен белгілейміз). Бағдарлама оларды сахнаның көлемін анықтауда есепке алмайды (бірақ көлемінің түрін анықтауда емес). Сонымен қатар, барлық объектілердің «алыс» атрибутын жеке қайта қарау қажеттілігінсіз осы тетікті жылдам қосу мүмкіндігі қажет. Бұл параметр Show құралдар тақтасының «F» батырмасымен ұсынылған.

«Аналық» координата жүйесінің жинағы.

Объект таңдалғанна кейін, Parent құралдар тақтасындағы REF CS тізімді терезесі қолжетімді болады.

Parent құралдар тақтасының статистикалық бақылау терезесі SCENE тізімді өрісінде таңдалған объектінің «анасын» көрсетеді. Бұл жерде белсенді сахнадағы «аналық» объектінің нөмірі көрсетіледі (Сур. 2.3.9).

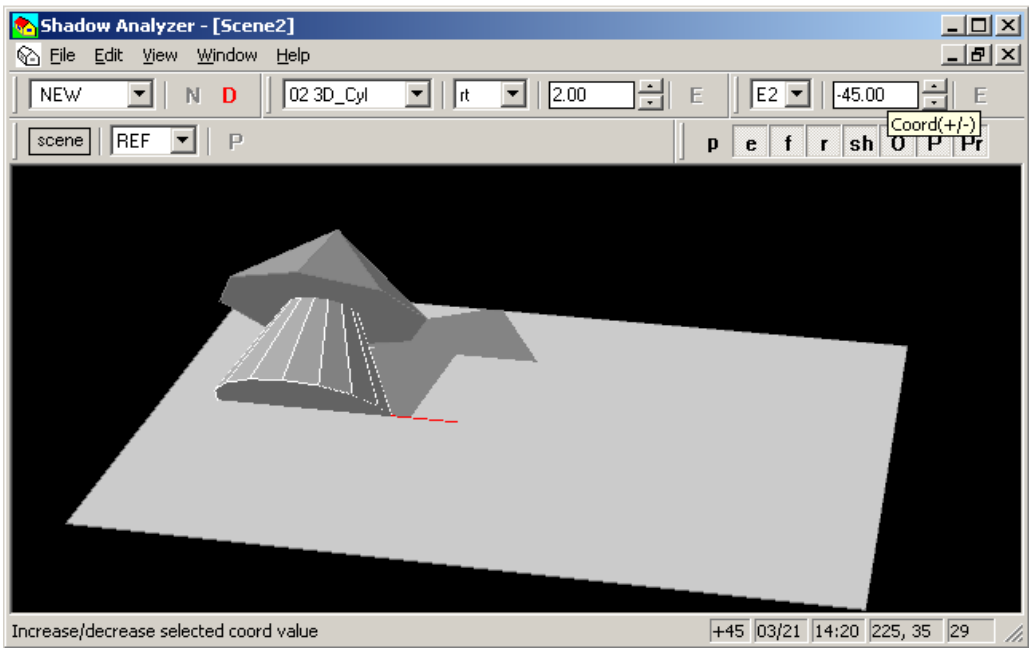


Сурет 2.3.9 Shadow Analyzer бағдарламасында сахна объектілерінің координата жүйесі

Таңдалған объектіге рұқсат етілген барлық ықтималдық «аналық» координата жүйелерінің тізімін көру үшін, REF CS тізімді терезесін ашыңыз. Объект өзіне өзі «ана», немесе «анасының» «анасы» бола алмайды. Осылайша, REF CS тізімді терезесінде барлық объектілердің тізімі болмайды.

REF CS тізіміндегі әрбір элемент бір немесе екі саннан тұрады. Бірінші (немесе жалғыз) нөмір – объектінің сахнадағы реттік нөмірі. Тек бір нөмірлік желі объектінің өз координата жүйесін білдіреді. Екінші нөмір (үтірден кейінгі) объектінің өзінің ықтимал «балалары» үшін ұсынатын қосымша анықтамалық жүйелерді көрсетеді.

«Аналық-балалық» қатынастарының негізгі артықшылығы, «аналық» объект өзінің параметрлерін немесе орналасу орнын өзгертсе де, «бала» объект өз «анасына» жалғанған түрде қала береді. Барлық қайта құруларда, немесе өзгертулерде «бала» «анасына» байланысты болады. Сондықтан, әр қашан «аналық» объектінің мөлшерін немесе орнын өзгерткенде, «баланың» координаттарын реттеудің қажеті жоқ (Сур. 2.3.10).



Сурет 2.3.10 Shadow Analyzer бағдарламасында сахна объектілерінің координата жүйесі

Объектілердің осындай «ана-бала» қарым-қатынасында тағы бір ерекшелік бар. Барлық «балаларын» «анасымен» қосып бір сахнадан көшіріп алып, бүкіл «отбасыны» екінші бір сахнаға қоя аласыз.

Объекттің түсін / фильтрлерін орнату.

Объект таңдалғаннан кейін, Color құралдар тақтасындағы COLOR тізімді өрісі қолжетімді болады.

Белсенді сахнадағы объектіге түс сұлбасының элементін таңдау үшін COLOR терезесін пайдаланыңыз. Таңдалған объектіге тиісті барлық түстік гаммасының элементтер тізімін көру үшін COLOR терезесін ашыңыз.

Тізімдегі бірінші жол – бұл «COLOR» желісінің атауы. Келесі желілер түс сұлбасының элементтерін ұсынады: «нүктелер», «шеттер», «беттер» және «аймақтар». «zone N» желісі N нөмірлі аймағының түсін білдіреді. Түс аймағы

олардың түсі мен текстурасын басқа да аймақтардан бөлек, жеке басқара алатын аймақтар тобын білдіреді.

Color құралдар тақтасының статистикалық бақылау терезесі (COLOR тізімді өрісінің оң жағында) таңдалған элементтің түсін көрсетеді. «surface» (беті) жағдайында, барлық аймақтарының түс палитрасын көрсетеді. «surface» тармағын таңдап, барлық беті тобының түсін өзгерте аласыз (барлық түстік аймақтардың).

Түс сұлбасын таңдағаннан соң, таңдалған элементтің түсін өзгерту үшін «C» батырмасын қолданыңыз. Color диалогтық терезесі пайда болады. Түсін таңдаңыз және «OK» батырмасын басыңыз. Түс таңдалған объекттің таңдалған түстік гаммада қолданылатын болады.

Фильтрлер.

Объекттің барлық шеттерін, беттерін немесе бет топтарын жасыру/көрсету үшін «h» батырмасын пайдаланыңыз. Бұл фильтр «points» (нүктелер) ден басқа Color тізімді өрісінің барлық тармағында жұмыс істейді. Нүтелерді жеке объект деңгейінде жасыра алмайсыз, бірақ сахна деңгейінде барлық объектілердің нүктелерін Show құралдар тақтасындағы «p» батырмасының көмегімен жасыруға болады.

Айнадай шағылуын қосу / өшіру үшін «r» батырмасын пайдаланыңыз. Айнадай шағылу – бұл кейбір материалдардың (мысалы, металдар) немесе кейбір жылтыратылған беттерінің қасиеті. «r» батырмасын қоса отырып, таңдалған қырларының сыртқы көрінісін жылтыратылған беті сияқты түрін өзгерте аласыз.

Кейбір типтегі объектілердің бетіне арналған тегістігін қосу / өшіру үшін «sm» батырмасын пайдаланыңыз. Кейбір типтегі объектілер әртүрлі анықталуы мүмкін: өткір қырлы жазық полигондардан құралған көлбеу, немесе тегіс көлбеу ретінде. Мысалы, «3D_Cyl» (цилиндр) типтегі объект шын мәнінде призманы білдіреді. Оны призма ретінде түсіндіруге болады, сондай-ақ тегіс бетті цилиндр ретінде аппроксимациялауға да болады.

Объетілердің көлеңкесін көрсету / жасыру үшін «sr» батырмасын пайдаланыңыз. Бұл параметрді нақты объектінің немесе нақты қырларының тобы қалай көлеңке түсіріп тұрғандығын қарастыру үшін қолдана аласыз. Осы мақсатқа жету үшін сахнадан объектілерді жоймауға мүмкіндік береді.

Show құралдар тақтасындағы фильтрлер.

Қажетті сахнаны іске қосыңыз (3D терезенсінің кез-келген жеріне тышқанмен басу арқылы).

Белсенді сахнаның сыртқы түрі фильтрлерін өзгерту үшін Show құралдар тақтасын пайдаланыңыз:

• Барлық объектілер шыңдарының нүктелерін көрсету/жасыру үшін «p» батырмасын пайдаланыңыз;

• Барлық объектілердің қырларын көрсету/жасыру үшін «e» батырмасын пайдаланыңыз;

• Барлық объектілердің бетін көрсету/жасыру үшін «f» батырмасын пайдаланыңыз;

• Барлық объектілердің айна сияқты шағылуын көрсету/жасыру үшін «r» батырмасын басыңыз;

• Барлық объектілердің көлеңкесін көрсету/жасыру үшін «sh» батырмасын пайдаланыңыз;

• SCENE тізімді өрісінде таңдалған объектінің өз координата жүйесін көрсету/жасыру үшін «oC» батырмасын пайдаланыңыз;

• REF CS тізімді терезесінде таңдалған объектінің «аналық» координата жүйесін көрсету/жасыру үшін «pC» батырмасын пайдаланыңыз;

• Сахнаны перспективада немесе орфографиялық проекцияда көрсету үшін «PJ» батырмасын пайдаланыңыз;

• «Алыс» және «жақын» объектілерді ерекшелейтін механизмді қосу/өшіру үшін «F» батырмасын пайдаланыңыз.

Show құралдар тақтасындағы фильтрлер Color құралдар тақтасындағы фильтрлермен бірге жұмыс істейді.

«F» батырмасы Location құралдар тақтасындағы «алыс» баптау атрибуттарымен бірге жұмыс істейді.

Объектті / «отбасыны» көшіру.

Белсенді сахнада объектілерді көшіру және қою үшін Document құралдар тақтасын пайдаланыңыз:

• «Copy Object» - белсенді сахнада таңдалған объектіні көшіру үшін;

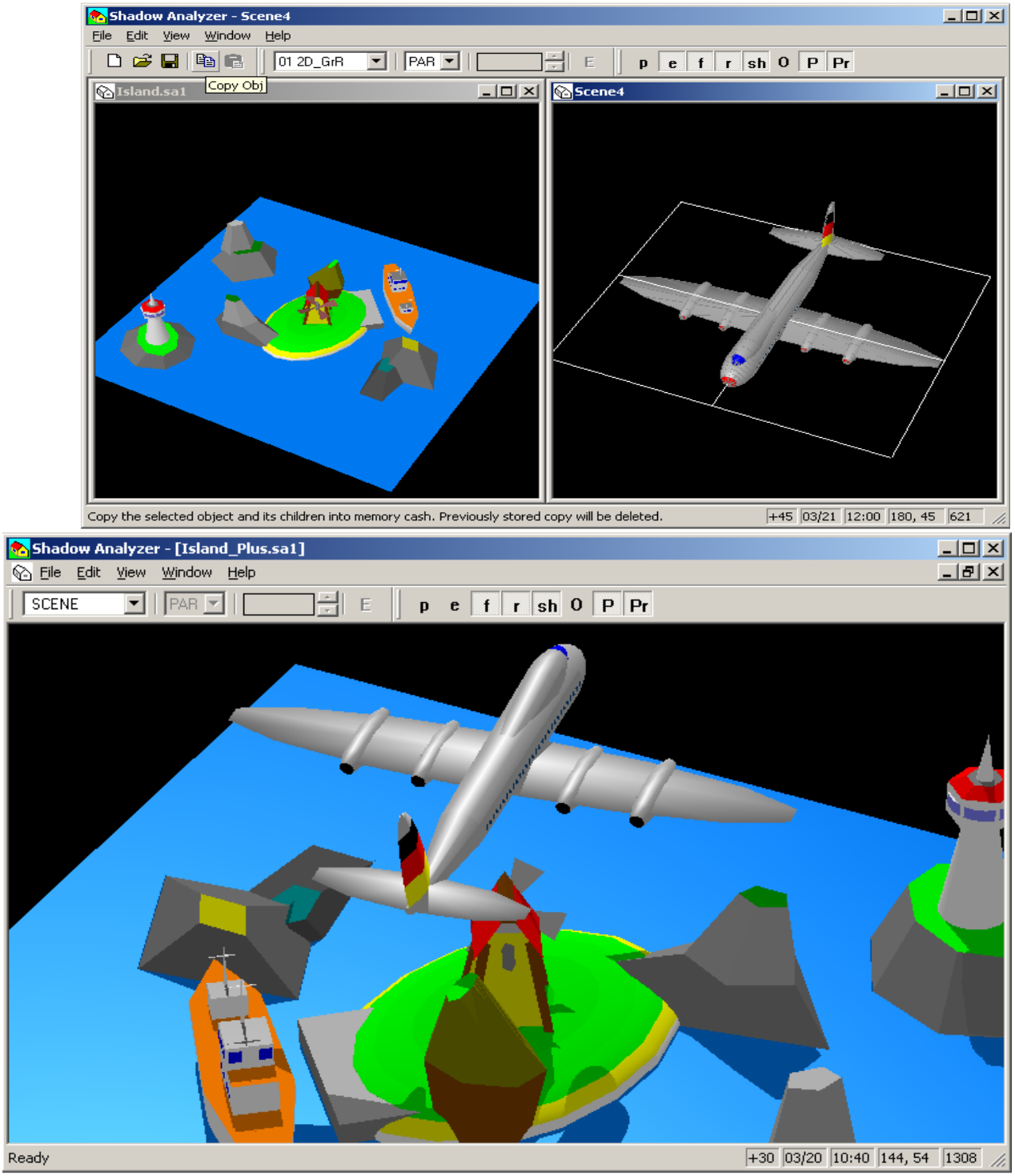
• «Paste Object» - объекттің көшірмесін белсенді сахнаға қою үшін.

Көшіру және қою циклінің нәтижесі объектінің «отбасы» объектілерінің ағашында иеленіп тұрған орнына тәуелді. Егер таңдалған объект «ана» болса, онда ол барлық «балаларымен» бірге көшіріледі. Егер қандай да бір «бала» болып табылатын объект, өз кезегінде «балалары» болса, онда барлық балаларымен бірге көшіріледі. Басқа сөзбен айтқанда, «Copy-Paste» циклі таңдалған объектінің «ана-бала» қарым-қатынастық тізбегіне қосылған тұтас тармақтық объектілермен жұмыс істейді. Бұл ереже тек «анадан» «балаға» бағытында жұмыс істейді – объектті көшіргенде, ол тек өзінің «балаларымен» ғана көшіріледі («анасы» емес).

Жою кезінде объектінің «балалары» жойылмай, таңдалған объектінің өзі ғана жойылуын айта кету керек. Егер «балалары» бар объектті жойсаңыз, оның «анасы» ретінде қашықтықтағы объект немесе сахнаның өзі болады.

Shadow Analyzer бағдарламасының бұл функциясы нақты мақсатқа ие – сахнаны құру процесін тездету. Жаңа сахна құру кезінде бұрын құрылған және сақталған сахна фрагменттерін қолдана аласыз. Сондықтан, егер сахнаны немесе оның фрагменттерін басқа сахналарда пайдаланғыңыз келсе, онда алдын ала Parent құралдар тақтасының көмегімен объектілердің «ана-бала» ағашын ұйымдастыру қажет.

Төмендегі скриншотта (Сур. 2.3.11) мұның қалай жұмыс істейтінін көре аласыз.



Сурет 2.3.11 Shadow Analyzer бағдарламасында сахналардың мысалдары

3 тарау Қ. А. Яссауи атындағы ХҚТУ-ін электр қуатымен қамтамасыздандыру үшін 3 МВт PV-күн станциясының компьютерлік моделінің нұсқасын дайындау және құрастыру.

3.1 PV-күн станциясын жобалау үшін Shadow Analyzer программасында станцияның негізгі компоненттерін дайындау және құрастыру.

Shadow Analyzer бағдарламасын іске қосыңыз.

Алғашында, барлық құралдар тақтасын және бос сахнаның 3D терезесін көрсетеді. Сахнаның үнсіз мәніндегі аты «Scene1» болады.

Бірдеңе істеуден бұрын басқару элементтері функциялары жайлы кеңестер алыңыз. Тышқанның көрсеткішін элементке алып барсаңыз (батырмалар, тізімді өрістер және т.б.) сахнаның күй-жайы қатарында оның сипаттамасын көресіз. Сондай-ақ, элементтің жанында ұштары бар кішкентай сары жолақ пайда болады, байқаңыз. Элемент өшірілген болса да, кеңес пайда болады./10/

Жалпы барлық басқарушы элементтер үшін сахнаны басқаратын қарапайым логика бар. Сахнада бір нәрсені өзгертуден бұрын, өзгертуіңіз керек болған нәрсені таңдау қажет. Нақты таңдау қабылдамас бұрын, жалпы таңдау жасау қажет. Сондықтан келесі салдарды есте сақтаңыз:

• біріншіден, сахнаны таңдаңыз (3D терезенің кез-келген аймағына басу арқылы);

• кейін белсенді сахнада объектіні таңдаңыз (SCENE тізімді крісін ашып, объектіні таңдау);

• кейін қажетті атрибутты таңдаңыз (PAR, CS, REF CS, COLOR тізімді өрістерінің бірін ашып, атрибутын таңдау);

• енді таңдалған объектінің атрибутын таңдалған орында редациялауға / өзгертуге дайынсыз.

Атрибуттың жаңа мәнін енгізген соң, тиісті «E», «P» немесе Color диалогтық терезесіндегі ОК батырмаларының бірін басыңыз.

Құралдар тақтасының бірізділігі жұмысыңыздың әдеттегі реттілігін көрсетеді. Әрқашан солдан оңға таңдау жасау керек (жалпыдан, неғұрлым нақтыға қарай).

1. Жоба үшін «ASTANASOLAR» ЖШС өндіретін фотоэлектрлік модульдерінің сипаттамаларын пайдаланамыз.

Кесте 1. Фотоэлектрлік модульдердің сипаттамасы

ФОТОЭЛЕКТРЛІК МОДУЛЬ СИПАТТАМАСЫ	
Фотоэлектрлік ұяшықтың типі	Поликристаллдық 6" (156 x 156 мм)
Модуль конфигурациясы	6 баған x 12 қатар
Өлшемдері	1967 мм x 992 мм x 40 мм
Салмағы	28 кг
Айнасы	Шыңдалған, аз мөлшерде темірмен
Рама материалы	Анодталған алюминий ерітіндісі

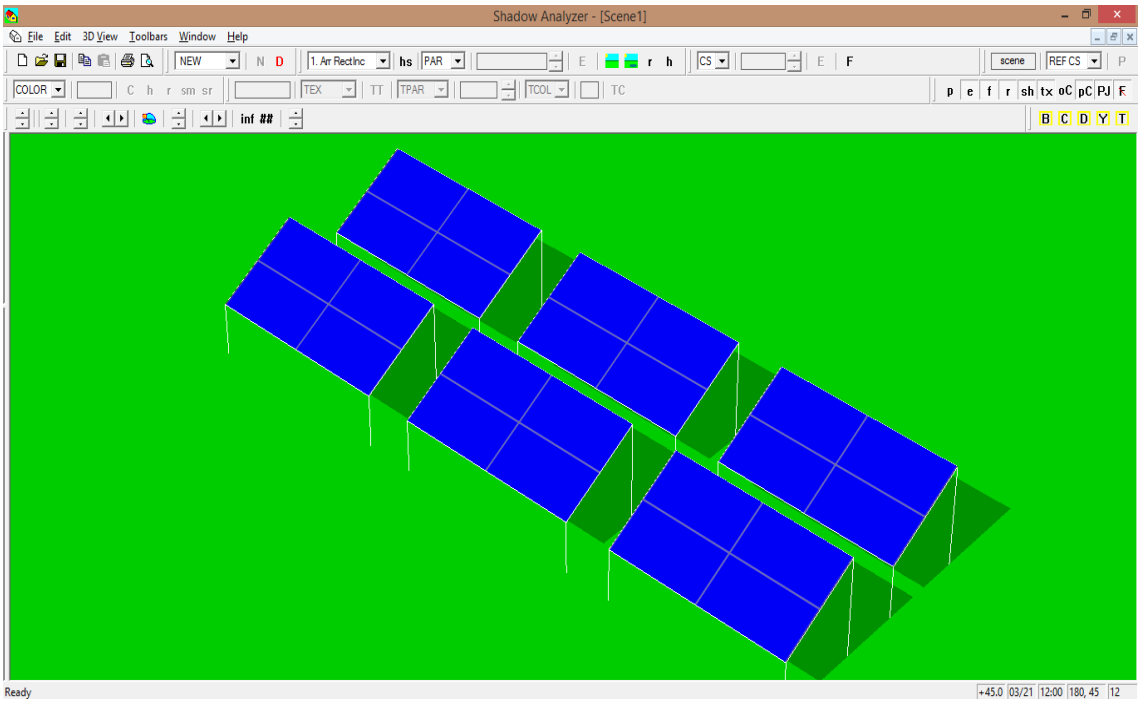
Бетіне иаксималды жүктеме	5,400 Па - IEC 61215 сәйкес
Жұмыс істеу температурасы	-40°C до 80°C

New Document батырмасын басу арқылы, бос сахна ашыңыз (Жаңа құжат). Factory құралдар тақтасынан NEW тізімді өрісін ашыңыз және «Arr RectInc» объектін таңдаңыз, содан кейін «N» батырмасын басыңыз. Стационарлық күн коллекторын құрдыңыз. Сахнаны «Ст_фото_панели» файліне сақтаңыз.

Сахнаны әр түрлі жағынан бақылау үшін пернетақтадан көрсеткіші бар пернелерді қолдана аласыз (солға, оңға, жоғары және төмен). Сонымен қатар, 3D View құралдар тақтасының «Viewpoint Elevation» және «Viewpoint Azimuth» спинді басқару элементтерін пайдалана аласыз.

Коллекторлердің өлшемі мен мөлшерін орнату үшін Scene құралдар тақтасын пайдаланыңыз. Орнату және пайдалану кезінде ыңғайлы болу үшін біздің қалауымыз бойынша 4 модульді бір рамаға қосу шешілді./15/

SCENE тізімді өрісін ашыңыз, «1 - ArrRectInc» объектісін таңдаңыз. PAR тізімді өрісін ашыңыз. «nx» параметрін 3-ке тең деп қалдырыңыз, «ny» параметрін өрістің оң жағындағы бақылау түймелерін пайдаланып 2-ге азайтыңыз. Содан кейін dX-ті 7.87-ге және dY-ті 3.97-ге көбейтіңіз, объектінің атауын «Стационарлық модульдер» етіп өзгерту үшін «name» параметрін таңдап, өрістің оң жағында тұрған «E» батырмасын басыңыз. Қалған параметрлерін өзгеріссіз өалдырыңыз. Сахнаны сақтаңыз. (Сур. 3.1.1)



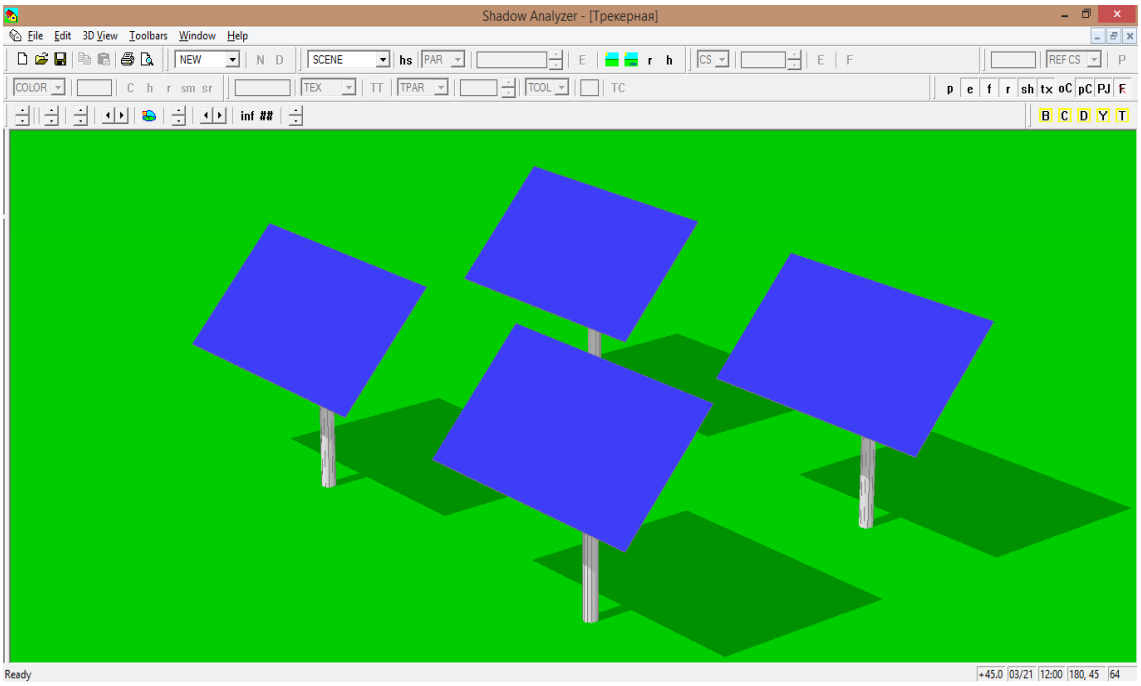
Сурет 3.1.1 Shadow Analyzer бағдарламасында «Arr RectInc» объектісін құру кезіндегі экранның скриншоты.

Күн сәулесінің бағытын өзгерту үшін «бос орын» пернесін басыңыз, содан кейін пернетақтадан көрсеткіші бар пернелерді пайдаланыңыз (солға, оңға, жоғары және төмен). Пернетақтаны «View point» (Көзқарас) режиміне қайтару үшін «бос орын» пернесін қайта басыңыз./7/

«Zoom in» / «Out» пайдалану үшін, пернетақтадан «Page Up» / «Page Down» пернелерін басыңыз, немесе тышқанның дөңгелегін пайдаланыңыз, немесе 3D View құралдар тақтасынан «Zoom In / Out» батырмаларын пайдаланыңыз.

2. Құралдар тақтасынан «New Document» батырмасын басу арқылы бос сахна ашыңыз. Factory құралдар тақтасынан New тізімді өрісін ашыңыз және «2D_3» объектісін таңдаңыз, содан кейін «N» батырмасын басыңыз. Үшбұрышты жазықтық сахнада пайда болады. Бұл объектінің мәні мен қолданылуын кейінірек сипаттаймыз.

Factory құралдар тақтасынан New тізімді өрісін басып, оның ішінен «Arr RectST» объектісін таңдаңыз және «N» батырмасын басыңыз. Күн бағытын бақылап отыратын трекерлік үлгідегі күн коллекторы сахнада пайда болады. Сахнаны «Трек_фотопанельдері» файліне сақтаңыз. SCENE тізмді өрісін ашыңыз және «2 – Arr RectST» объектісін таңдаңыз. PAR тізімді өрісін ашып, параметрлерін өзгертіңіз. «name» параметрін таңдап, объектінің атын «Трекерлік модульдер» деп өзгертіңіз және енгізу өрісінің оң жағында орналасқан «E» батырмасын басыңыз. Көрнекілік үшін «3D_Cyl» (Цилиндр) үлгісіндегі объектіден пайдаланып модульдердің тіреу тірегін жасаңыз және түсін ақ түспен анықтаңыз. Оларды әрбір модульдің астыңғы жағына орналастыра отырып, координаттарын өзгертіңіз (Сур. 3.1.2).



Сурет 3.1.2 Shadow Analyzer бағдарламасында «Arr RectST» объектісін құру кезіндегі экранның скриншоты.

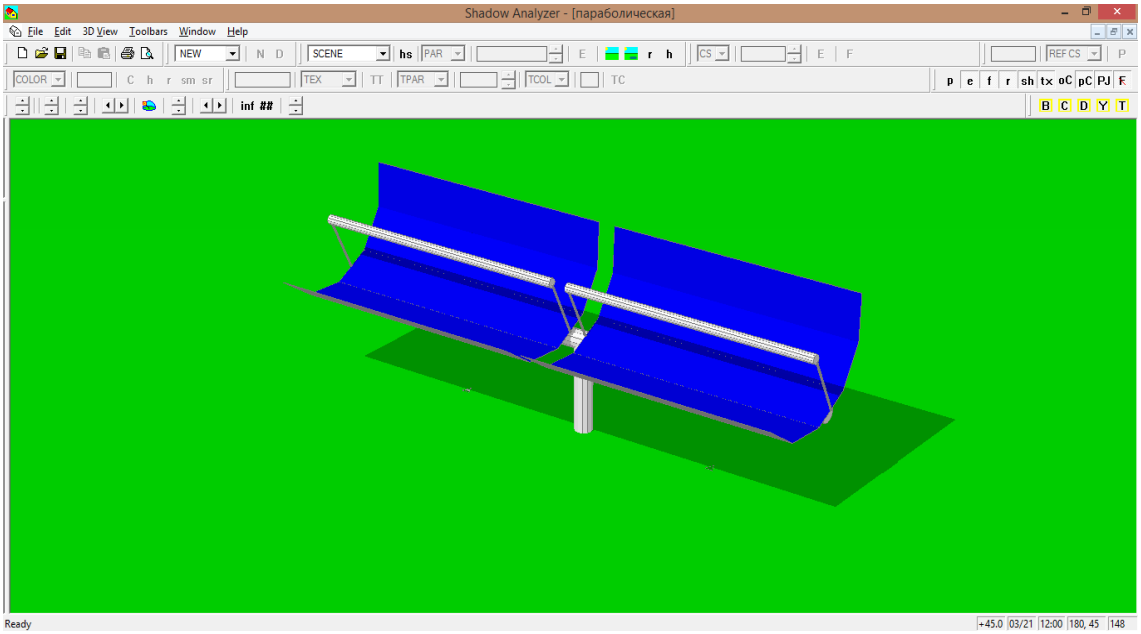
SCENE тізімді өрісінен 2-нөмірлі объектіні таңдаңыз. Toolbar parent құралдар тақтасын пайдаланып, «REF CS» тізімді өрісінен «1»-қатарды таңдап, «P» батырмасын басыңыз. Осы операцияны қалған барлық объектілермен жасаңыз. Осылайша, 2-ші және басқа объектілердің барлығы 1-объектінің «баласы» ретінде қабылданады. Бұл қарым-қатынастың мәні егер «аналық» объектіні жылжытсақ, оның «баласы» «анасының» артынан ұстанады. Сонымен қатар, егер «анасының» көшірмесін жасасақ, оның «балалары» да көшіріледі. Осылайша, бұл объектілердің барлығы «құрама қатты дене» ретінде болады.

Сахнаны сақтаңыз.

3. Құралдар тақтасынан «New Document» батырмасын басу арқылы бос сахна ашыңыз. Factory құралдар тақтасынан New тізімді өрісін ашыңыз және «3D_Cyl» объектісін таңдаңыз, содан кейін «N» батырмасын басыңыз. Парабола-цилиндрлік шоғырландырғыштың тіреу тірегін жасадыңыз. Бұл тіреу осы объектінің «тұтқасы» болады. SCENE тізімді өрісін ашыңыз және «1 – 3D_Cyl» объектісін таңдаңыз. PAR тізімді өрісін ашып, параметрлерін өзгертіңіз. «name» параметрін таңдап, объектінің атын «Парабола-цилиндрлік шоғырландырғыш» деп өзгертіңіз және енгізу өрісінің оң жағында орналасқан «E» батырмасын басыңыз./18/

Сопақ айна бетін «2D_4» үлгідегі объект – төртбұрышты жазықтықтарды қатарынан біріктіріп, сопақ формаға келтіріп жасаңыз. Қалған барлық элементтерін «3D_Cyl» объектімен жасаңыз.

Парабола-цилиндрлік шоғырландырғыш жасалынды. Барлық объектілердің, тек біріншіден басқа, «аналық» объекті ретінде «1» нөмірлі объектіні таңдаңыз. Сахнаны «Пар_цил_шоғырл» файліне сақтаңыз (Сур. 3.1.3).

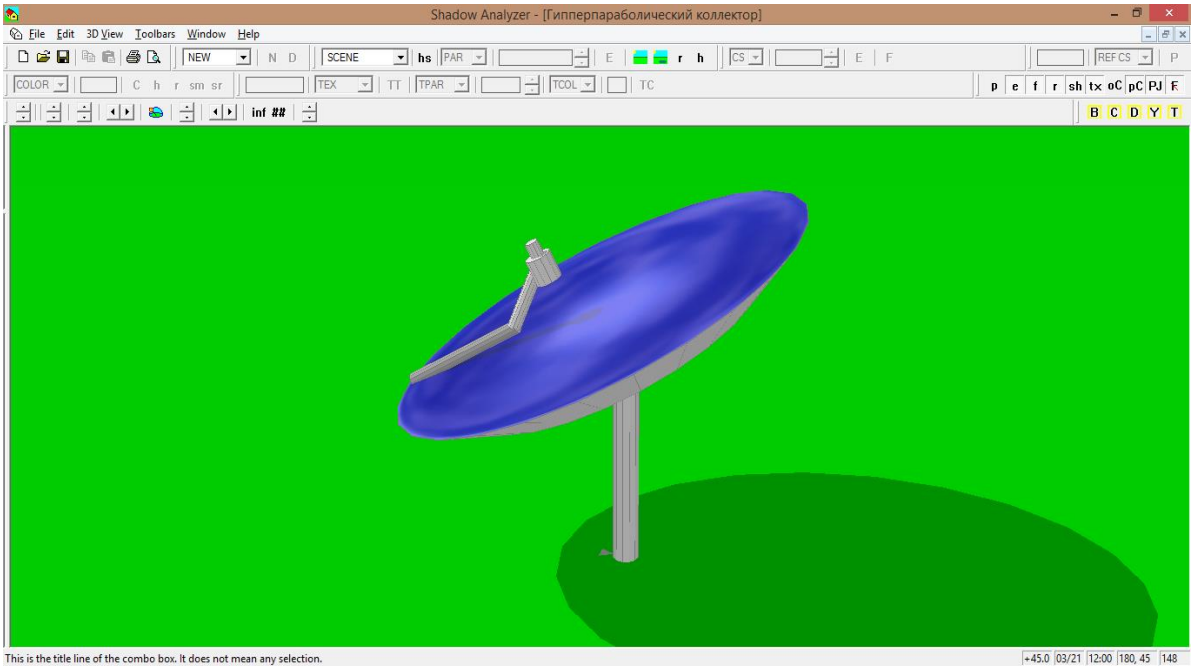


Сурет 3.1.3 Shadow Analyzer бағдарламасында парабола-цилиндрлік шоғырландырғышының моделі

4. Құралдар тақтасынан «New Document» батырмасын басу арқылы бос сахна ашыңыз. Factory құралдар тақтасынан New тізімді өрісін ашыңыз және «3D_Cyl» объектісін таңдаңыз, содан кейін «N» батырмасын басыңыз. Параболоид шоғырландырғыштың тіреу тірегін жасадыңыз. Бұл тіреу осы объектінің «тұтқасы» болады. SCENE тізмді өрісін ашыңыз және «1 – 3D_Cyl» объектісін таңдаңыз. PAR тізімді өрісін ашып, параметрлерін өзгертіңіз. «name» параметрін таңдап, объектінің атын «Параболоид шоғырландырғыш» деп өзгертіңіз және енгізу өрісінің оң жағында орналасқан «E» батырмасын басыңыз.

Шоғырландырғыштың домалақ айна бетін «3D_SphSg» үлгідегі объект – сфера сегментінен жасаңыз. COLOR терезесінен «zone7» таңдап, бос жартылай сфераның иллюзиясын беру үшін бетіне текстура қолданыңыз. Қалған барлық элементтерін «3D_Cyl» объектімен жасаңыз.

Параболоид шоғырландырғыш жасалынды. Барлық объектілердің, тек біріншіден басқа, «аналық» объекті ретінде «1» нөмірлі объектіні таңдаңыз. Сахнаны «Пар_шоғырл» файліне сақтаңыз (Сур. 3.1.4).



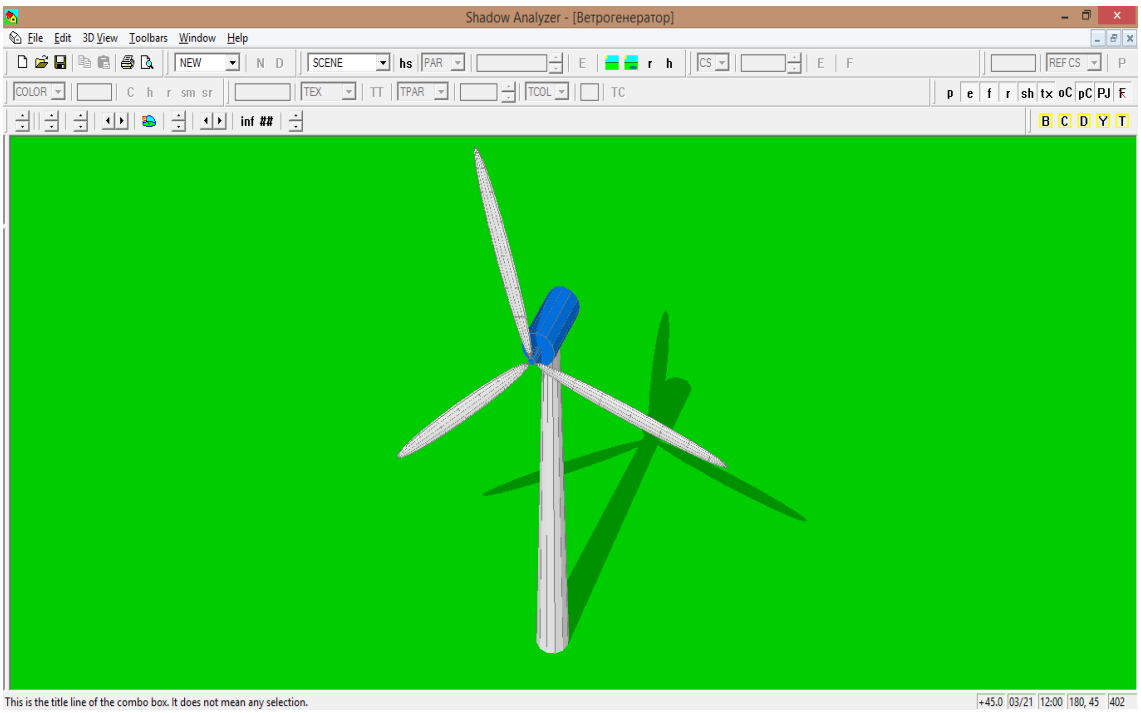
Сурет 3.1.4 Shadow Analyzer бағдарламасында параболоид шоғырландырғышының моделі

5. Құралдар тақтасынан «New Document» батырмасын басу арқылы бос сахна ашыңыз. Factory құралдар тақтасынан New тізімді өрісін ашыңыз және «3D_Cyl» объектісін таңдаңыз, содан кейін «N» батырмасын басыңыз. Жел генераторының тіреу тірегін жасадыңыз. Бұл тіреу осы объектінің «тұтқасы» болады. SCENE тізмді өрісін ашыңыз және «1 – 3D_Cyl» объектісін таңдаңыз. PAR тізімді өрісін ашып, жоғарғы шеңбердің диаметрін төменгі шеңбердің диаметрінен кіші етіп, параметрлерін өзгертіңіз. «name» параметрін

таңдап, объектінің атын «Жел генераторы» деп өзгертіңіз және енгізу өрісінің оң жағында орналасқан «E» батырмасын басыңыз.

Генераторын «3D_Cyl» үлгідегі объект – цилиндрден жасаңыз, бетін көк түспен анықтаңыз. Генератордың лопастарын «3D_Ell» объектіне керекті форманы бере отырып жасаңыз. Лоапстарды генератордың осінің айналасына орналастырыңыз.

Жел генераторы жасалынды. Барлық объектілердің, тек біріншіден басқа, «аналық» объекті ретінде «1» нөмірлі объектіні таңдаңыз. Сахнаны «Жел_генераторы» файліне сақтаңыз (Сур. 3.1.5).

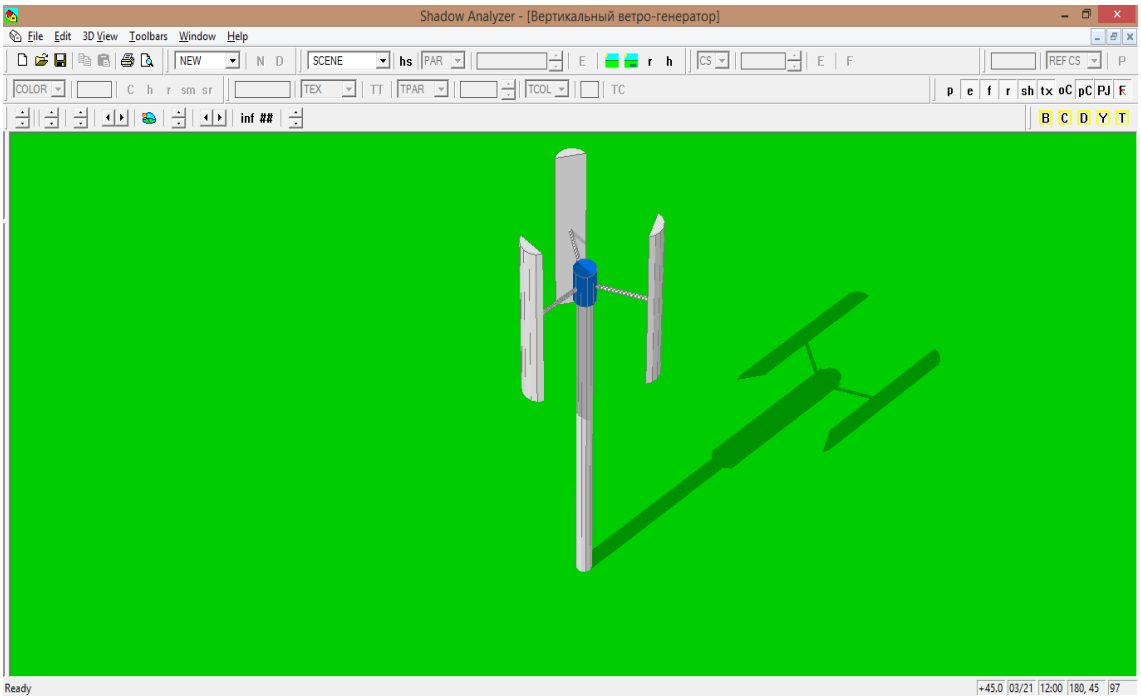


Сурет 3.1.5 Shadow Analyzer бағдарламасында жел генераторының моделі

6. Құралдар тақтасынан «New Document» батырмасын басу арқылы бос сахна ашыңыз. Factory құралдар тақтасынан New тізімді өрісін ашыңыз және «3D_Cyl» объектісін таңдаңыз, содан кейін «N» батырмасын басыңыз. Вертикалдық жел генераторының тіреу тірегін жасадыңыз. Бұл тіреу осы объектінің «тұтқасы» болады. SCENE тізмді өрісін ашыңыз және «1 – 3D_Cyl» объектісін таңдаңыз. PAR тізімді өрісін ашып, жоғарғы шеңбердің диаметрін төменгі шеңбердің диаметрінен кіші етіп, параметрлерін өзгертіңіз. «name» параметрін таңдап, объектінің атын «Вертикалдық жел генераторы» деп өзгертіңіз және енгізу өрісінің оң жағында орналасқан «E» батырмасын басыңыз.

Генераторын «3D_Cyl» үлгідегі объект – цилиндрден жасаңыз, бетін көк түспен анықтаңыз. Генератордың лопастарын «3D_CylSg» объектіне керекті форманы бере отырып жасаңыз. Лоапстарды генератордың осінің айналасына орналастырыңыз.

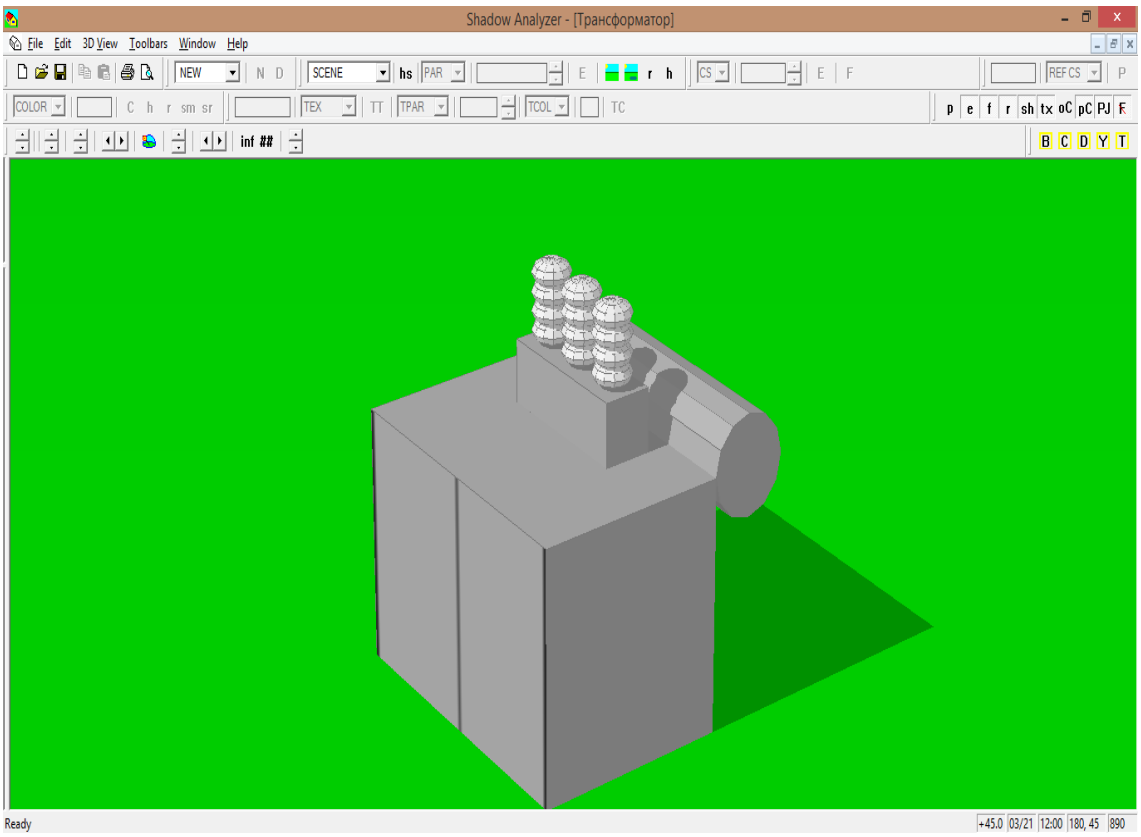
Вертикалдық жел генераторы жасалынды. Барлық объектілердің, тек біріншіден басқа, «аналық» объекті ретінде «1» нөмірлі объектіні таңдаңыз. Сахнаны «Верт_жел_генераторы» файліне сақтаңыз (Сур. 3.1.6).



Сурет 3.1.6 Shadow Analyzer бағдарламасында вертикалдық жел генераторының моделі

7. Құралдар тақтасынан «New Document» батырмасын басу арқылы бос сахна ашыңыз. Factory құралдар тақтасынан New тізімді өрісін ашыңыз және «3D_Box» объектісін таңдаңыз, содан кейін «N» батырмасын басыңыз. Параметрлерін өзгерте отырып, қорапқа трансформатор корпусының формасын беріңіз. Бұл корпус трансформатор объектісінің «тұтқасы» болады. SCENE тізмді өрісін ашыңыз және «1 – 3D_Box» объектісін таңдаңыз. PAR тізімді өрісін ашып, жоғарғы шеңбердің диаметрін төменгі шеңбердің диаметрінен кіші етіп, параметрлерін өзгертіңіз. «name» параметрін таңдап, объектінің атын «Трансформатор» деп өзгертіңіз және енгізу өрісінің оң жағында орналасқан «E» батырмасын басыңыз./10/

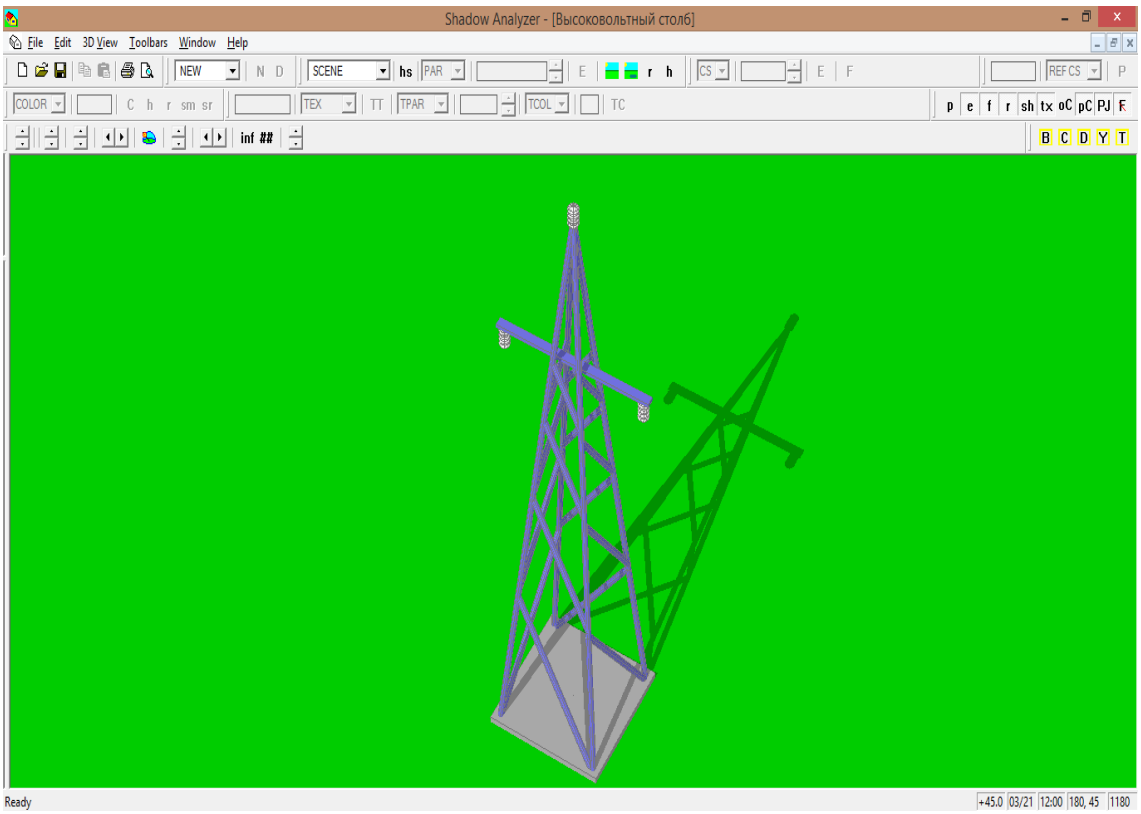
Трансформатордың қалған бөлігінің моделін «3D_Cyl», «3D_Box», «3D_Ell» үлгідегі объектілерге керекті түс пен параметрлерді бере отырып, жасаңыз. Барлық объектілердің, тек біріншіден басқа, «аналық» объекті ретінде «1» нөмірлі объектіні таңдаңыз. Сахнаны «Трансформатор» файліне сақтаңыз (Сур. 3.1.7).



Сурет 3.1.7 Shadow Analyzer бағдарламасында трансформатордың моделі

8. Құралдар тақтасынан «New Document» батырмасын басу арқылы бос сахна ашыңыз. Factory құралдар тақтасынан New тізімді өрісін ашыңыз және «3D_Box» объектісін таңдаңыз, содан кейін «N» батырмасын басыңыз. Параметрлерін өзгерте отырып, қорапқа жоғары вольтты столбаның іргетасының формасын беріңіз. Бұл іргетас жоғары вольтты столба объектісінің «тұтқасы» болады. SCENE тізмді өрісін ашыңыз және «1 – 3D_Box» объектісін таңдаңыз. PAR тізімді өрісін ашып, «name» параметрін таңдап, объектінің атын «Жоғары вольтты столб» деп өзгертіңіз және енгізу өрісінің оң жағында орналасқан «E» батырмасын басыңыз.

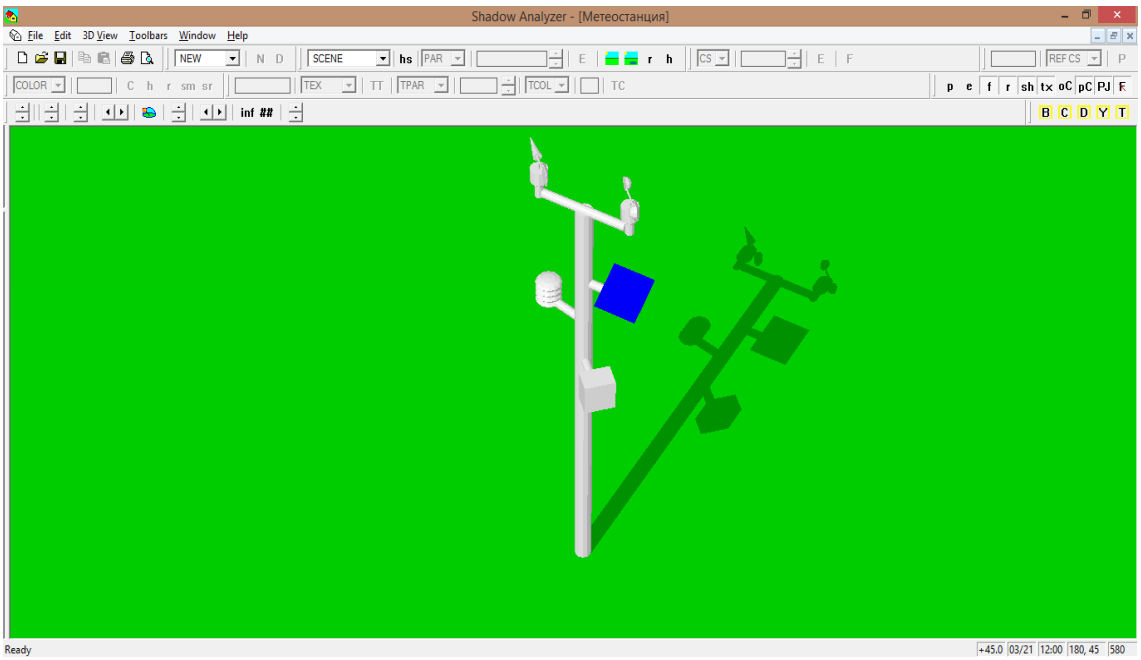
Жоғары вольтты столбаның қалған бөлігінің моделін «3D_Cyl», «3D_Ell» үлгідегі объектілерге керекті түс пен параметрлерді бере отырып, жасаңыз. Барлық объектілердің, тек біріншіден басқа, «аналық» объекті ретінде «1» нөмірлі объектіні таңдаңыз. Сахнаны «Жоғары вольтты столба» файліне сақтаңыз (Сур. 3.1.8).



Сурет 3.1.8 Shadow Analyzer бағдарламасында жоғары вольттық столбаның моделі

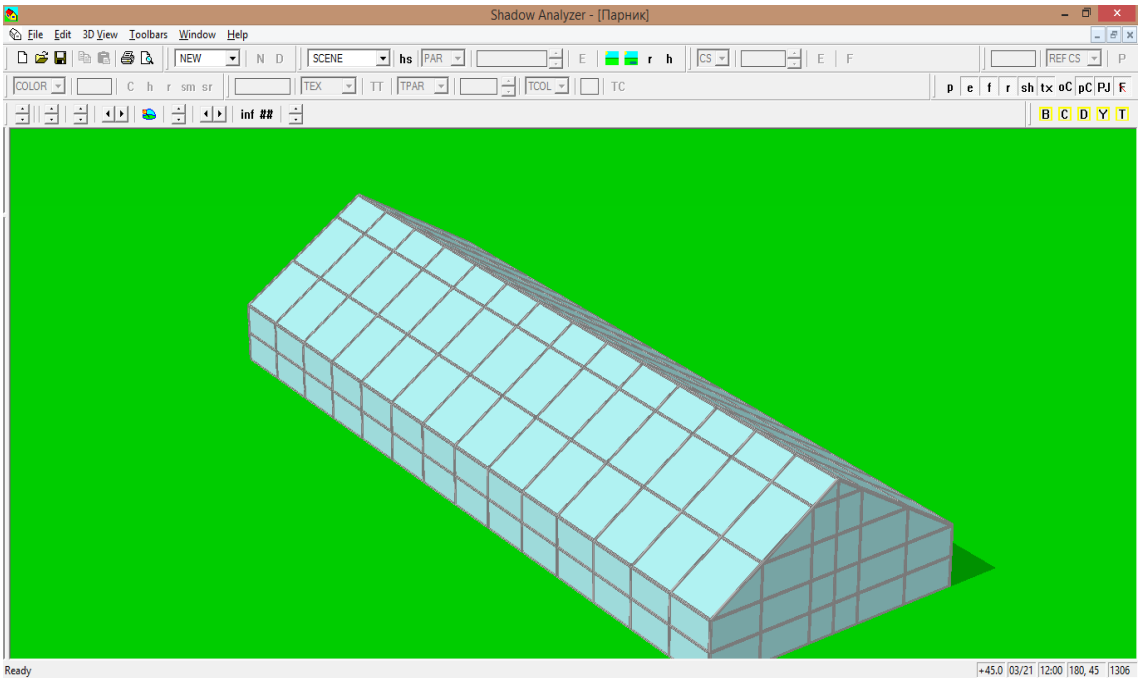
9. Құралдар тақтасынан «New Document» батырмасын басу арқылы бос сахна ашыңыз. Factory құралдар тақтасынан New тізімді өрісін ашыңыз және «3D_Cyl» объектісін таңдаңыз, содан кейін «N» батырмасын басыңыз. Бұл цилиндр метеостанция объектісінің «тұтқасы» болады. SCENE тізмді өрісін ашыңыз және «1 – 3D_Cyl» объектісін таңдаңыз. PAR тізімді өрісін ашып, «name» параметрін таңдап, объектінің атын «Метеостанция» деп өзгертіңіз және енгізу өрісінің оң жағында орналасқан «E» батырмасын басыңыз.

Метеостанцияның қалған бөлігінің моделін «3D_Cyl», «3D_Box», «3D_SphSg» үлгідегі объектілерге керекті түс пен параметрлерді бере отырып, жасаңыз. Барлық объектілердің, тек біріншіден басқа, «аналық» объекті ретінде «1» нөмірлі объектіні таңдаңыз. Сахнаны «Метеостанция» файліне сақтаңыз (Сур. 3.1.9).



Сурет 3.1.9 Shadow Analyzer бағдарламасында метеостанцияның моделі

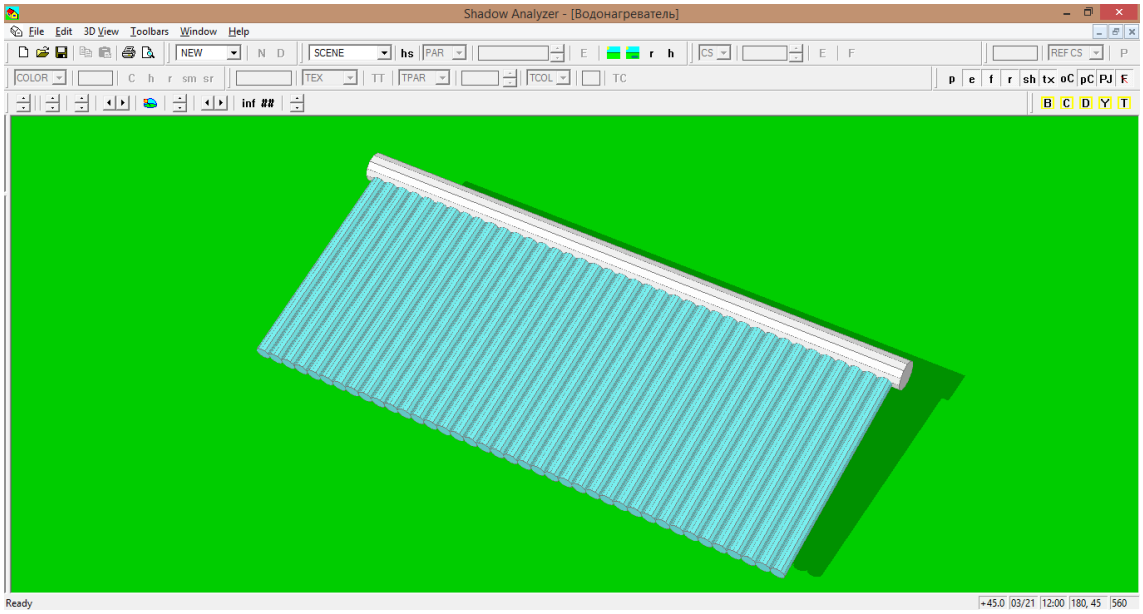
10. Құралдар тақтасынан «New Document» батырмасын басу арқылы бос сахна ашыңыз. Factory құралдар тақтасынан New тізімді өрісін ашыңыз және «Bld_42» объектісін таңдаңыз, содан кейін «N» батырмасын басыңыз. PAR тізімді өрісін ашып, келесі параметрлерді орнатыңыз: dX=10, dY=28, hw=2.0, hr=2.90, «name»= «Жылыжай». «COLOR» тізімді өрісін ашып, surface жолағын таңдаңыз және жылыжайдың барлық бетіне текстура қолданыңыз (Сур. 3.1.10).



Сурет 3.1.10 Shadow Analyzer бағдарламасында жылыжайдың моделі

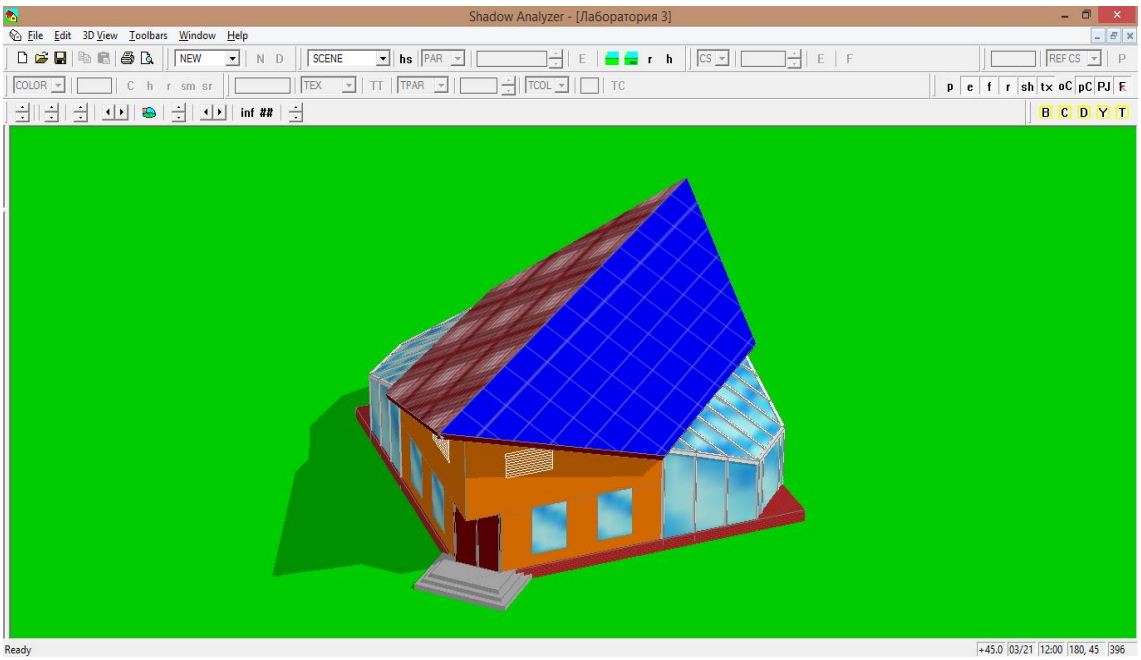
11. Зертханалық ғимаратының шатырында орналасатын су жылытқыш жасаңыз. Бос сахна ашыңыз. «3D_Cyl» үлгідегі объектілерден су жылытқыштың моделін жасаңыз. COLOR тізімді өрісін ашып, барлық элементтер үшін түс схемасын орнатыңыз. SCENE тізімді өрісін ашып, «1 – 3D_Cyl» объектісін таңдаңыз. PAR тізімді өрісін ашып, «name» параметрін таңдап, объектінің атын «Су жылытқыш» деп өзгертіңіз және енгізу өрісінің оң жағында орналасқан «E» батырмасын басыңыз. Барлық объектілердің, тек біріншіден басқа, «аналық» объекті ретінде «1» нөмірлі объектіні таңдаңыз. Сахнаны «Су жылытқыш» файліне сақтаңыз (Сур. 3.1.11).

12.



Сурет 3.1.11 Shadow Analyzer бағдарламасында су жылытқыштың моделі

13. Бос сахна ашыңыз. NEW тізімді өрісінен қажетті объектілер типін пайдалана отырып, осы объектілерге әртүрлі түс және текстура қолдана отырып, зертханалық ғимаратының моделін құрыңыз. SCENE тізімді өрісін ашып, «1» нөмірлі объектісін таңдаңыз. PAR тізімді өрісін ашып, «name» параметрін таңдап, объектінің атын «Зертхана» деп өзгертіңіз және енгізу өрісінің оң жағында орналасқан «E» батырмасын басыңыз. Барлық объектілердің, тек біріншіден басқа, «аналық» объекті ретінде «1» нөмірлі объектіні таңдаңыз. Сахнаны «Зертхана» файліне сақтаңыз (Сур. 3.1.12).



Сурет 3.1.12 Shadow Analyzer бағдарламасында зертхана ғимаратының моделі

Осылайша, «Жасыл энергетика және энергия үнемдеу» ғылыми зерттеу алаңы және Қ. А. Яссауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті аймағында орналасатын 3 МВт күн станциясын модельдеу үшін қажетті барлық объектілер дайын. Келесі кезең визуалдық көрсету және арықарай есеп айырысу үшін барлық элементтерді бір файлға жинау болып табылады.

3.2 Қ. А. Яссауи атындағы ХҚТУ «Жасыл энергетика» ғылыми зерттеу алаңының саулетін дайындау және динамикалық модельдеу.

Жаңа сахна құру кезінде бұрын құрылған және сақталған басқа сахна фрагменттерін пайдалана аласыз. Сондықтан, сахнаны немесе сахна фрагментін басқа сахналарда пайдаланғыңыз келсе, Parent құралдар тақтасының көмегімен объектілердің «аналық-балалық» ағашын алдын-ала ұйымдастыру керек.

Жоғарыда жасалынған объектілерден пайдалана отырып, Қ. А. Яссауи атындағы ХҚТУ «Жасыл энергетика және энергия үнемдеу» ғылыми зерттеу алаңының саулетін дайындаймыз және динамикалық моделін жасаймыз.

Объекттілерді көшіру кезінде, басқа сахналармен жұмыс істеу барысында, Shadow Analyzer объектінің көшірмесін жасайды және оны бос күйінде сақтайды. «Paste Object» батырмасын баспай тұрып, бұл көшірме еш қандай сахнамен байланыста болмайды. «Paste Object» батырмасын басқан кезде, белсенді сахна объектінің жазу мекен-жайын қабылдайды және оны объектілер мекен-жайы тізіміне қосады./ 13/

Shadow Analyzer тек бір ғана көшірмені иеленуі мүмкін. Сондықтан, егер объектіні көшіріп алып, басқа қандай да бір сахнаменен байланыстырмаса, келесі жолы басқа объектінің көшірмесін жасаған кезде, ескі көшірмесі автоматты түрде ескірген, пайдаланылмаған ретінде жойылады. Сондай-ақ,

байланыссыз қалған көшірме Shadow Analyzer мен сеансты аяқтаған кезде автоматты түрде жойылады.

Windows жүйесінің буфер алмасуына қарағанда, бұл механизм объектінің көшірмесін сахнаға қойғаннан соң жадында (жеке қоймада) сақтамайды. Осылайша, кез келген көшірмені екі рет сахнаға қоя алмайсыз.

Белсенді 3D терезедегі барлық объектілерді сахнадағы нөмірлері бойынша белгілеу үшін, 3D View құралдар тақтасындағы «##» («объектінің нөмірі») батырмасын пайдаланыңыз. Тиісті «аналық» объектілердің нөмірлері жақшада келтірілген. Бұл опция «отбасылық» объектілермен жұмыс істегенде пайдалы.

Объектіні бір сахнадан екінші сахнаға, немесе сол сахнаның өзіне көшірмесін қою үшін, келесі әрекеттерді орындаңыз:

• Көшіру объектісі бар қажетті сахнаны белсенді етіңіз (3D терезенің кез келген бөлігіне басыңыз);

• Scene құралдар тақтасын пайдаланып, SCENE тізімді өрісінен көшіруге тиісті объектіні таңдаңыз. Объект таңдалған соң Document құралдар тақтасындағы «Copy Object» батырмасы қолжетімді болады;

• Таңдалған объектінің көшірмесін жасау үшін «Copy Object» батырмасын басыңыз. Көшірме құрылады, ол қазірдің өзінде компьютер жадында бар, бірақ әлі қандай да бір сахнаға тиесілі емес. Көшірме құрылғаннан кейін, Document құралдар тақтасындағы «Paste Object» батырмасы қолжетімді болады;

• Объектінің көшірмесін қойғыңыз келген қажетті мақсатты сахнаны белсендетіңіз (қажетті 3D терезенің кез келген жеріне басыңыз);

• Объектінің көшірмесін қою үшін Document құралдар тақтасынан «Paste Object» батырмасын басыңыз. Объектінің көшірмесі белсенді сахнаға қойылады. Бұл сахнаның барлық 3D View терезелерінде және SCENE тізімді өрісінде көрінеді.

Көшірмені қойғаннан кейін, қойылған объектілер сахнаның бір бөлігіне айналатынына, «Paste Object» батырмасы қолжетімсіз болып қалуына назар аударыңыз. Бұл дегеніміз, сіз бір көшірмені екі рет қоя алмайсыз. Дегенмен, «Copy-Paste» циклін қайта қайталай аласыз.

«Copy-Paste» циклінің нәтижесі объектінің «отбасы» ағашында иеленіп отырған жағдайына тәуелді. Егер таңдалған объект «аналық» объект болса, онда ол барлық «балаларымен» бірге көшіріледі. Егер қандай да бір «бала» болып табылатын объект, өз кезегінде «балалыры» болса, онда оның барлық «балалары» қосып көшіріледі. Басқа сөзбен айтқанда, «Copy-Paste» циклі таңдалған объектінің «ана-бала» қарым-қатынастар тізбегіндегі объектілеодің тұтас тармағымен байланысты жұмыс істейді. Бұл ереже тек «анадан»-«балаға» бағытында тиесілі.

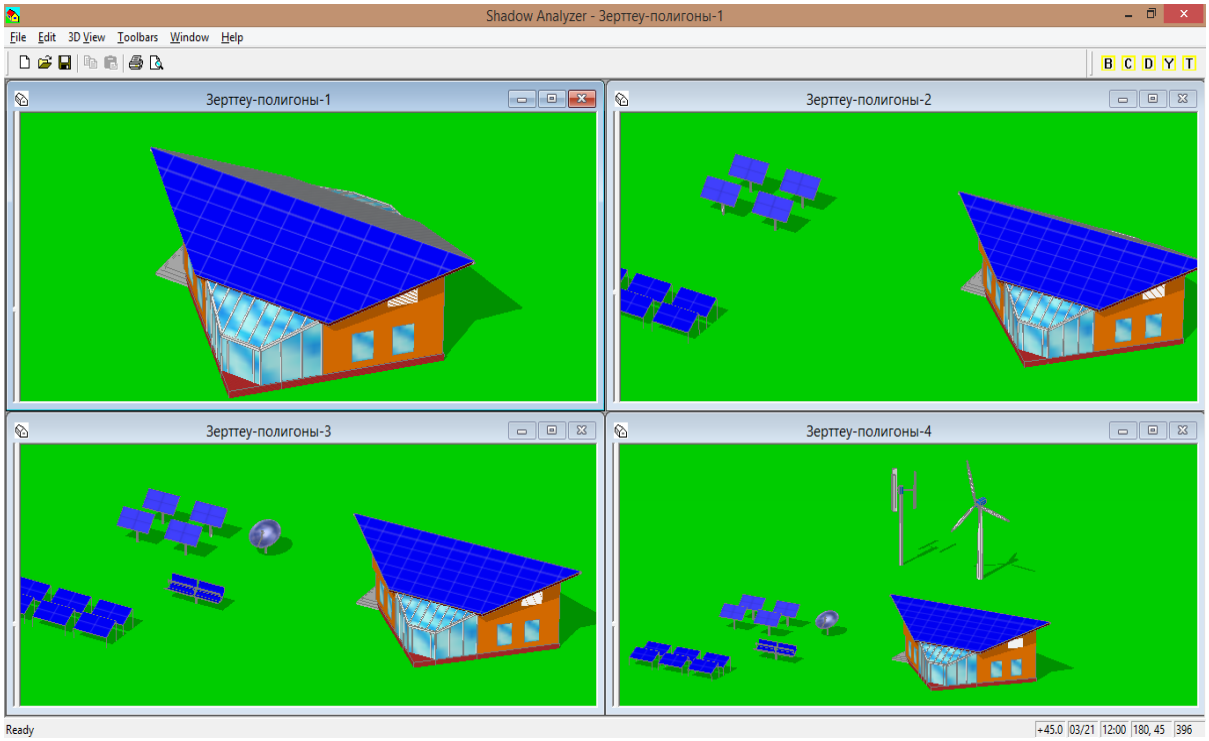
Жою кезінде «балалары» емес, тек объектінің өзі ғана жойылатынын айта кету керек. Егер «балалары» бар объект жойылса, оның «анасы» ретінде жойылған объектінің «анасы» немесе сахнаның өзі болады.

Shadow Analyzer көшіру функциясы нақты мақсатқа ие: сахна құру процесін жылдамдату.

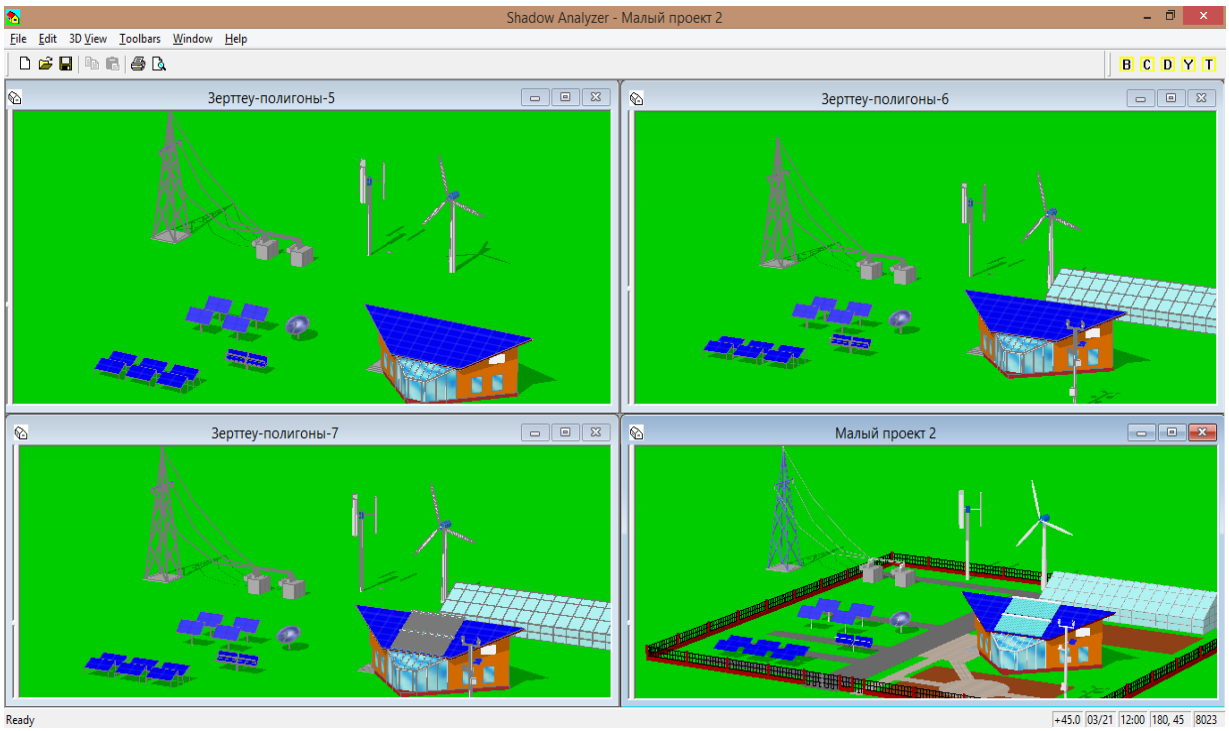
Бос сахна ашыңыз. Бұл сахнаны "Зерттеу_полигоны" атымен сақтаңыз.

«Зертхана.sa1» файлін ашыңыз. SCENE тізімді өрісінен «1 – 3D_Box» объектісін таңдаңыз. Бұл жоғарыда салынған зертхана ғимараты. Зертхананы компьютер жадына көшіру үшін құралдар тақтасынан «Copy Object» батырмасын басыңыз. «Зерттеу_полигоны» терезесіне оралыңыз. Зертхананы компьютер жадынан «Зерттеу_полигоны» сахнасына беру үшін «Paste Object» батырмасын басыңыз. Барлық объектілер SCENE тізімді өрісінде пайда болады. Сахнаны аяқтаған соң, құралдар тақтасынан «Сақтау» батырмасын басу арқылы сақтаңыз.

Келесі файлдарды аша отырып, ондағы нысандарды «Зерттеу_полигоны.sa1» файліне көшіріңіз: «Ст фото панелдер.sa1», «Трек фото панелдер.sa1», «Пар цил шоғырландырғыш.sa1», «Пар шоғырландырғыш.sa1», «Жел генераторы.sa1», «Верт жел генераторы.sa1», «Трансформатор.sa1», «Жоғары вольтты столб.sa1», «Жылыжай.sa1», «Метеостанция.sa1», «Су жылытқыш.sa1». Көшірілген объектілердің «аналық» объектісі ретінде «1 – 2D_3» өрісін тағайындаңыз. Жасалынған жұмыстың тәртібін келесі скриншоттардан көре аласыз (Сур. 3.2.1, 3.2.2):



Сурет 3.2.1 Shadow Analyzer бағдарламасында Қ. А. Яссауи атындағы ХҚТУ «Жасыл энергетика және энергия үнемдеу» ғылыми зерттеу алаңын құру кезеңдерінің скриншоттары



Сурет 3.2.2 Shadow Analyzer бағдарламасында Қ. А. Яссауи атындағы ХҚТУ «Жасыл энергетика және энергия үнемдеу» ғылыми зерттеу алаңын құру кезеңдерінің скриншоттары

3.3 Қ. А. Яссауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті аймағында орналасатын 3 МВт күн станциясының саулетін дайындау және динамикалық модельдеу.

Қ.А. Ясауи университетін электр энергиясымен қамтамасыз ететін қуаты 3 МВт PV- фотоэлектрлік стансасының компьтерлік сәулетін құрамыз.

Стансияға орнатылатын күн фотомодулі ретінде ASTANA SOLAR компаниясының шығаратын қуаты 250 Вт күн батареясын аламыз.

Келесі параметрлермен күн фотоэлектрлік жүйесінің техникалық есептеуін жүргіземіз:

• Күн батареяларының жалпы номиналды қуаты – 3000 кВт;
• Аймағы – Түркістан қаласы, Оңтүстік Қазақстан;
• Күн батареялары қатаң оңтүстікке бағытталған;
• Жалпы шығын 16% тең.

Станция 90% стационарлық фотомодульдерден, ал 10% трекерлік фотомодульдерден құрайды.

Осылайша, жұмыс жобасының технологиялық бөлігі 703 стационарлық және 20 трекерлік фотомодульдерді орнатуды ұсынады.

Әрбір стационарлық модуль ASTANA SOLAR маркалы, қуаты $N_{фмст}$=250 Вт=0,25 кВт 16 фотоэлектрлік панельдерден тұрады. Трекерлер күннің бағытын бақылайтын жүйені білдіреді. Әрбір трекер ASTANA SOLAR маркалы, қуаты $N_{фмтр}$=255 Вт=0,255кВт 39 фотоэлектрлік панельдерден тұрады.

Стационарлық модульдердің жалпы саны тең болады:

$n_{\text{стр}}^{\text{фм}}$ = (703 * 16) = 11248 шт.

Трекерлердің жалпы саны тең болады:

$n_{\text{тр}}^{\text{фм}}$ = (20 * 39) = 780 шт.

КЭС-на орнатылатын фото модульдердің жалпы саны:

Сонда стационарлық және трекерлік модульдердің белгіленген қуаты тең болады:

$N_{\text{стр}}^{\text{фм}} = n_{\text{стр}}^{\text{фм}} * N_{\text{фм.ст}} = 11245 * 0.25 = 2811.25$ кВт

$N_{\text{тр}}^{\text{фм}} = n_{\text{тр}}^{\text{фм}} * N_{\text{фм.тр}} = 780 * 0.255 = 198.9$ кВт

Күн станциясының жалпы белгіленген қуаты тең болады:

$\text{P}_{\text{фм}} = N_{\text{стр}}^{\text{фм}} + N_{\text{тр}}^{\text{фм}} = 2811.25 + 198.9 = 3010.15$ кВт

1. Келесі қадам PV-модуль жасау болып табылады. Энергетикалық шығысты есептеу үшін ЖШС «Astana Solar» фотоэлектрлік модулінің сипаттамаларын қарастырдық (көлемі 1649 мм х 992мм х 40мм).

Құралдар тақтасынан «New Document» батырмасын басу арқылы бос сахна ашыңыз. Factory құралдар тақтасынан New тізімді өрісін ашыңыз және «ArrRectInc» объектісін таңдаңыз, содан кейін «N» батырмасын басыңыз. Бұл стационарлық күн коллекторы объектісі. Сахнаны «Ст_күн_панелдер» файліне сақтаңыз.

SCENE тізімді өрісін ашыңыз және «1 – ArrRectInc» объектісін таңдаңыз. PAR тізімді өрісін ашып, келесі параметрлерді енгізіңіз:

nx = 27

ny = 27

DX = 7.87

DY = 3.97

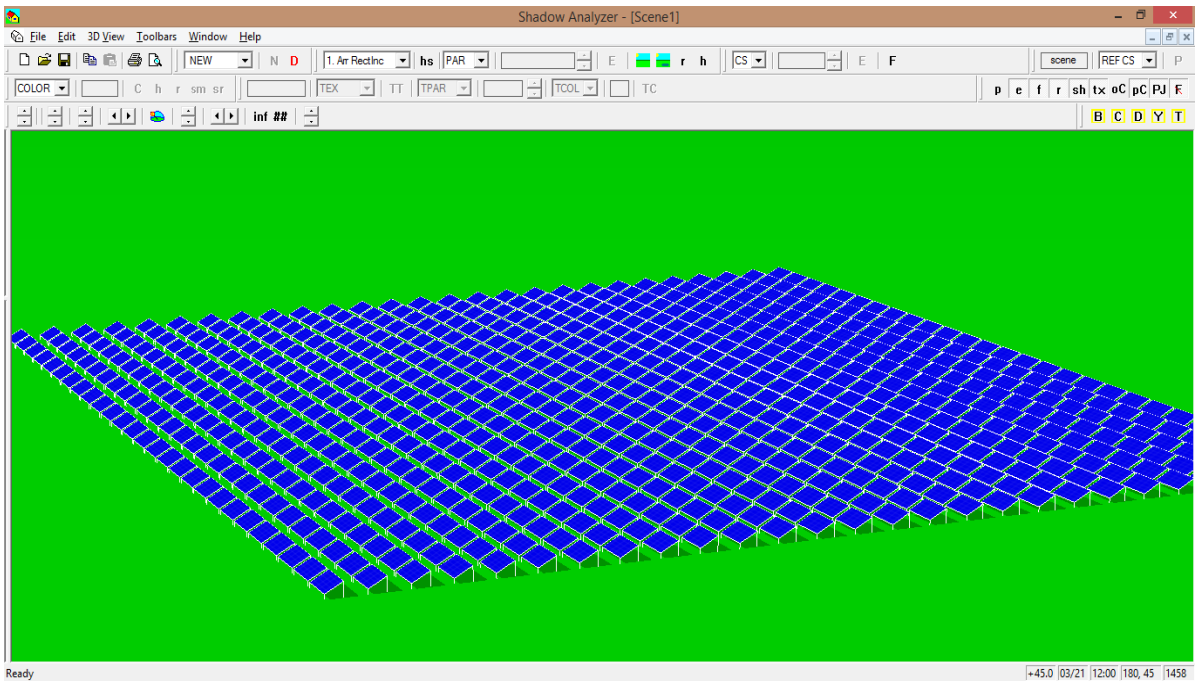
gX = 1.0

gY = 4.0

hZ = 1.0

iA = 27 (фотоэлектрлік модульдің көлбеу бұрышы)

«name» параметрін таңдап, объектінің атын «Стационарлық модульдер» деп өзгертіңіз және енгізу өрісінің оң жағында орналасқан «E» батырмасын басыңыз. Сахнаны сақтаңыз (Сур. 3.3.1).



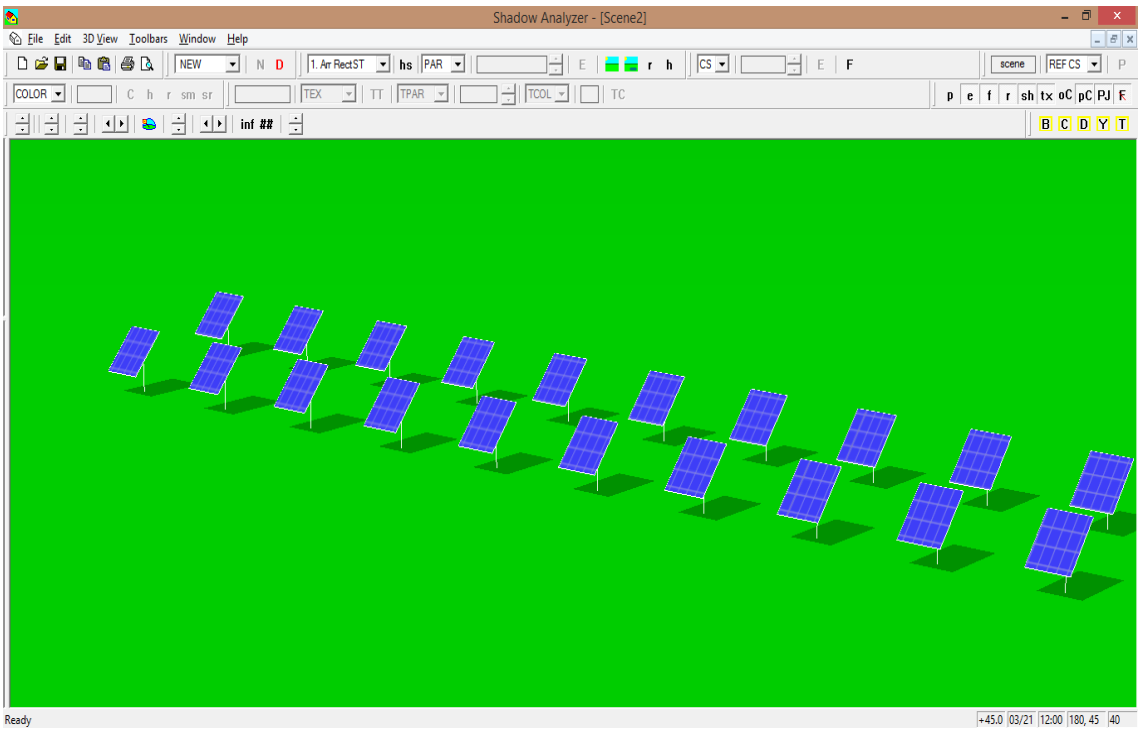
Сурет 3.3.1 Shadow Analyzer бағдарламасында «Arr RectInc» объектісін құру кезіндегі экранның скриншоты.

2. Құралдар тақтасынан «New Document» батырмасын басу арқылы бос сахна ашыңыз. Factory құралдар тақтасынан New тізімді өрісін ашыңыз және «ArrRectST» объектісін таңдаңыз, содан кейін «N» батырмасын басыңыз. Бұл трекерлік үлгідегі күн коллекторы объектісі. Сахнаны «Трек_күн_панелдер» файліне сақтаңыз.

SCENE тізімді өрісін ашыңыз және «1 – ArrRectST» объектісін таңдаңыз. PAR тізімді өрісін ашып, келесі параметрлерді енгізіңіз:

nx = 10
ny = 2
ST = 1
dX = 7.94
dY = 9.30
gX = 15.00
gY = 25.00
hC = 4.70
Ex = 3.50

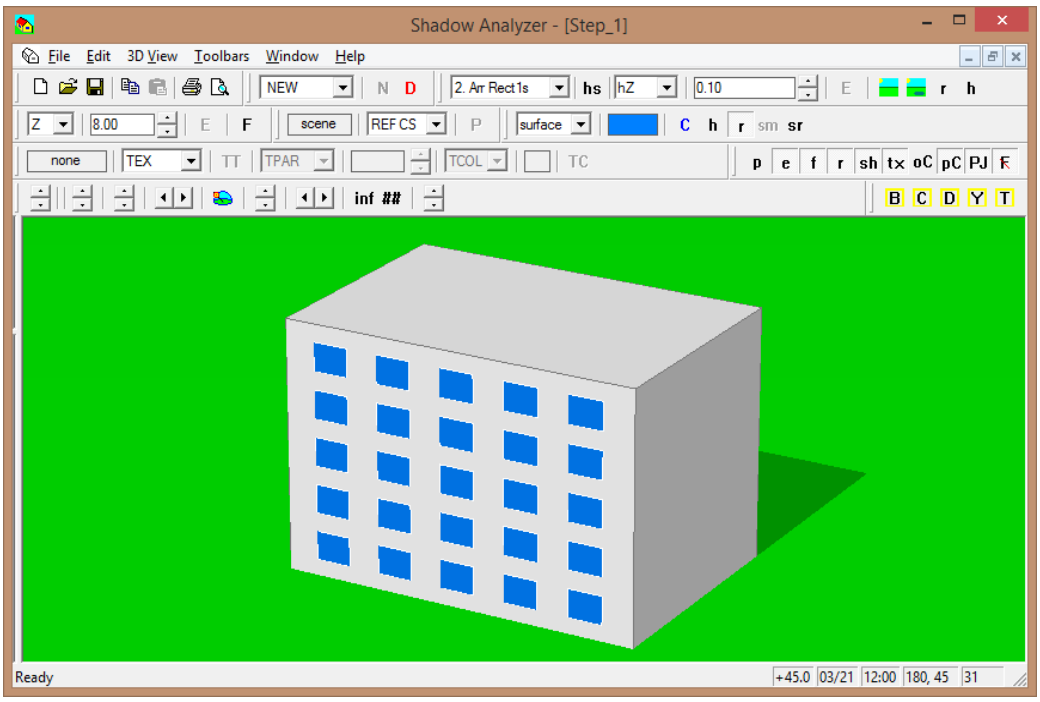
«name» параметрін таңдап, объектінің атын «Трекерлік модульдер» деп өзгертіңіз және енгізу өрісінің оң жағында орналасқан «E» батырмасын басыңыз. Сахнаны сақтаңыз (Сур. 3.3.2).



Сурет 3.3.2 Shadow Analyzer бағдарламасында «Arr RectST» объектісін құру кезіндегі экранның скриншоты.

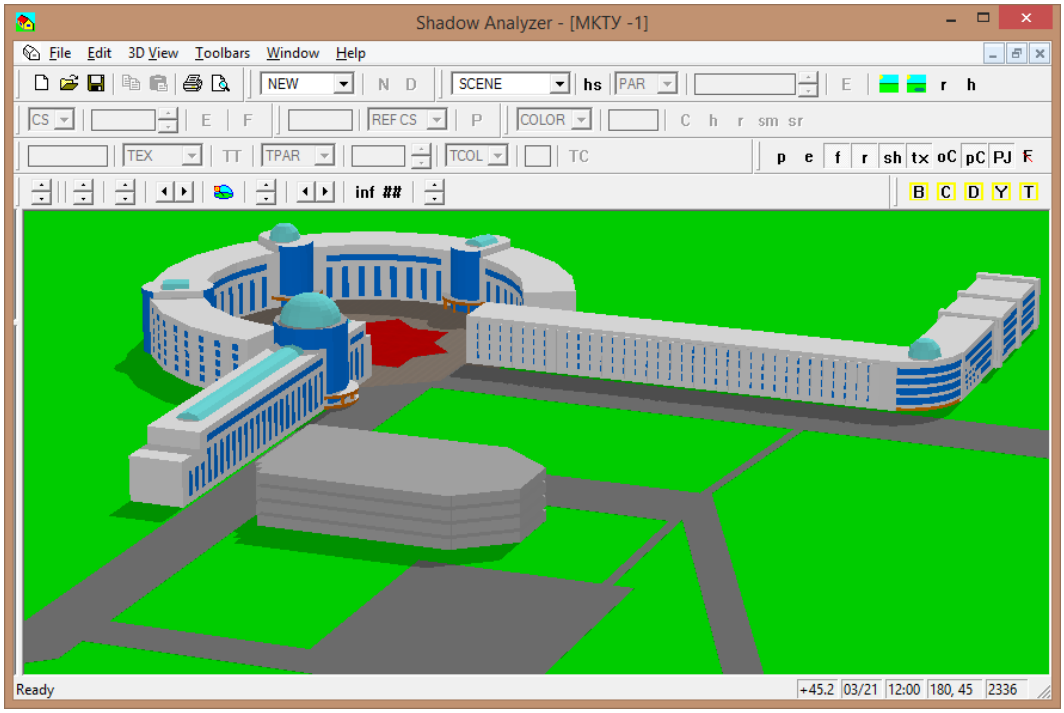
3. Бос сахна ашыңыз, «New Document» батырмасын басу арқылы жаңа құжат құрыңыз. Құралдар тақтасындағы NEW төмен түсетін тізімде 3D_Box объектісін таңдаңыз, содан кейін «N» батырмасын басыңыз. Сахнада параллелепипед пайда болады.

Scene құралдар тақтасын пайдалана отырып, қорапты ХҚТУ ғимараты корпусының бір бөлігіне түрлендіріңіз. «SCENE» тізімді өрісін ашып, «1-3D_Box» объектісін таңдаңыз. «PAR» тізімді өрісін ашып, біздің объектке керекті форманы бере отырып, тиісті параметрлерін өзгертіңіз. Қорап бетінің түсін ақ түске өзгертіңіз. «Arr Rect1s» типтегі жаңа объект көмегімен ғимараттың терезелерін жасаңыз. Параметрлер тізімінде терезенің саны мен олардың мөлшерін енгізіңіз. «CS» құралдар тақтасының көмегімен терезелерді керекті жерге орналастырыңыз (Сур. 3.3.3).



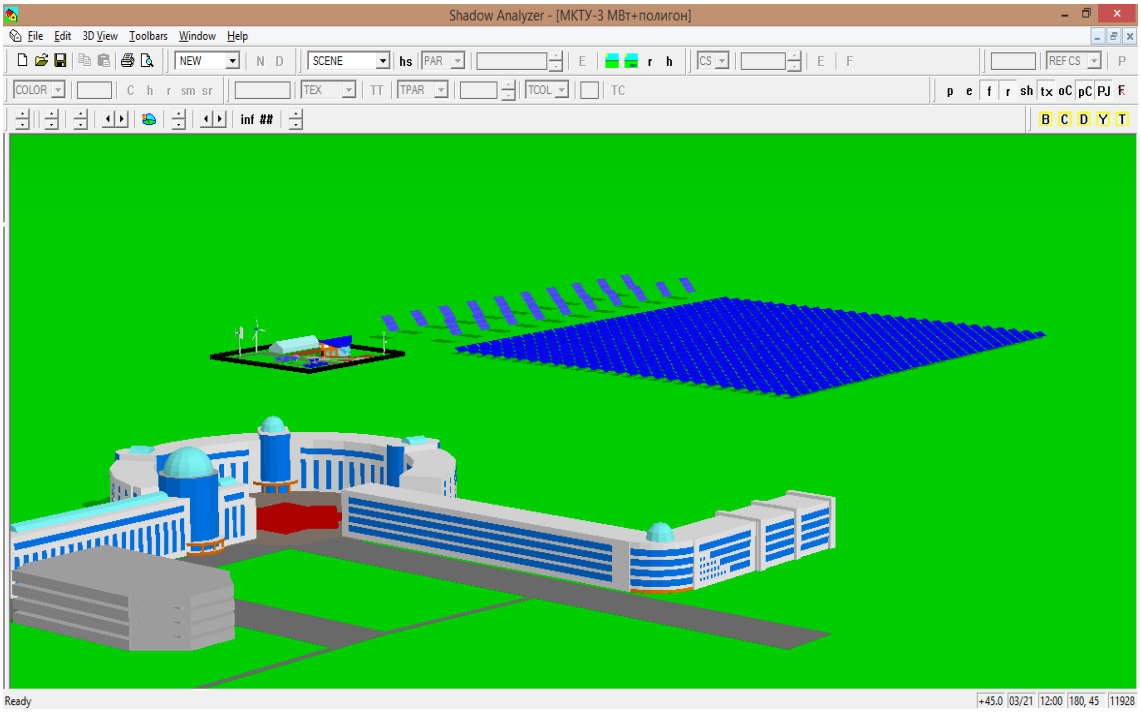
Сурет 3.3.3 Shadow Analyzer бағдарламасында ХҚТУ ғимаратының бір бөлігі

Қадам қадаммен объектілер жасай отырып, Shadow Analyzer бағдарламасында ХҚТУ ғимаратын жобалаңыз (Сур. 3.3.4).



Сурет 3.3.4 Shadow Analyzer бағдарламасында ХҚТУ ғимаратының жобасы

4. Барлығын бір файлға біріктіре отырып, 3 МВт күн электр станциясының жобасын алдық (Сур. 3.3.5).



Сурет 3.3.5 Shadow Analyzer бағдарламасында жасалынған Қ. А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті 3 МВт күн фотоэлектрлік станциясының жобасы

4 тарау 3МВт PV-күн фотоэлектр станциясының жұмыс тәртібін зерттеу үшін компьютерлік эксперимент.

4.1 Қуаты 3 МВт PV-күн станциясының энеогетикалық көосеткіштерін анықтау үшін Shadow Analyzer программасының климаттық блогін программалық модулде сәйкестендіру

"Shadow Analyzer" климаттық блогі

Shadow Analyzer күн жобасын толық талдау және оңтайландыруға мүмкіндік береді:

- Жобаның салынған ортада 3D-сахна жасау және басқару;
- Статикалық немесе трекер (күн бақылау) күн коллекторлар өлшемін және конфигурациясын анықтау;
- Әртүрлі күн және жыл мезгілінде күн коллекторларына түсетін көлеңкелерді, олардың сипатын түсіну үшін қарау;
- Bird моделін пайдаланып, жоба құрылатын аймақтың климаттық параметрлерін орнату;
- Көлеңкелеуге байланысты энергетикалық шығынды есептеу;
- Энергетикалық шығысын оңтайландыру үшін түрлі жобалардың жылдық энергетикалық шығысын салыстыру;
- «күн» жобасының деректерін (3D терезе, есептелген кесте және т.б) MS Excel, MS Word, MS Power Point, сондай-ақ басқа да қосымшаларға беру және одан әрі сандық талдауды жүзеге асыруға, иллюстрациялы баяндама жазуға немесе анимациялық презентациялар құру үшін қолдануға болады.

Коллекторлық жүйесін анықтау және көлеңкелерді визуалдау, көрініс жасау үшін бірнеше 3D терезелер пайдаланылады. Shadow Analyzer бағдарламасында қосымша ретінде бірнеше өзіндік «күн» терезесі бар. Олар жобаның климаттық параметрлерін орнату, коллекторлардың энергетикалық сипаттамаларын есептеу, көлеңкелеуге байланысты энергетикалық шығындарды бағалау, жылдық энергетикалық шығысын салыстыру, энергия өндіруді арттыру үшін толық талдау және оңтайландыру жобасын жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Sun құралдар тақтасын пайдалана отырып, келесі «күн» терезесін ашуға болады:

- B – «Bird Clear Sky Model» терезесі (Бёрд моделінің терезесі);
- C – «Climate & Irradiance» терезесі (Климаттық және энергетикалық жарықтылық терезесі);
- D – «Solar Day» терезесі («Шуақ күн» терезесі);
- Y – «Solar Year» терезесі («Жылдық күн» терезесі);
- T – «Solar Table» терезесі («Күн кестесі» терезесі);

Әрбір «Күн» терезесінің бірнеше беттері бар, оларды терезедегі тышқанның оң жақ түймешігімен басып немесе пернетақтадағы сандық пернелерді пайдалану арқылы қосуға болады. «Күн кестесі» терезесі басқа

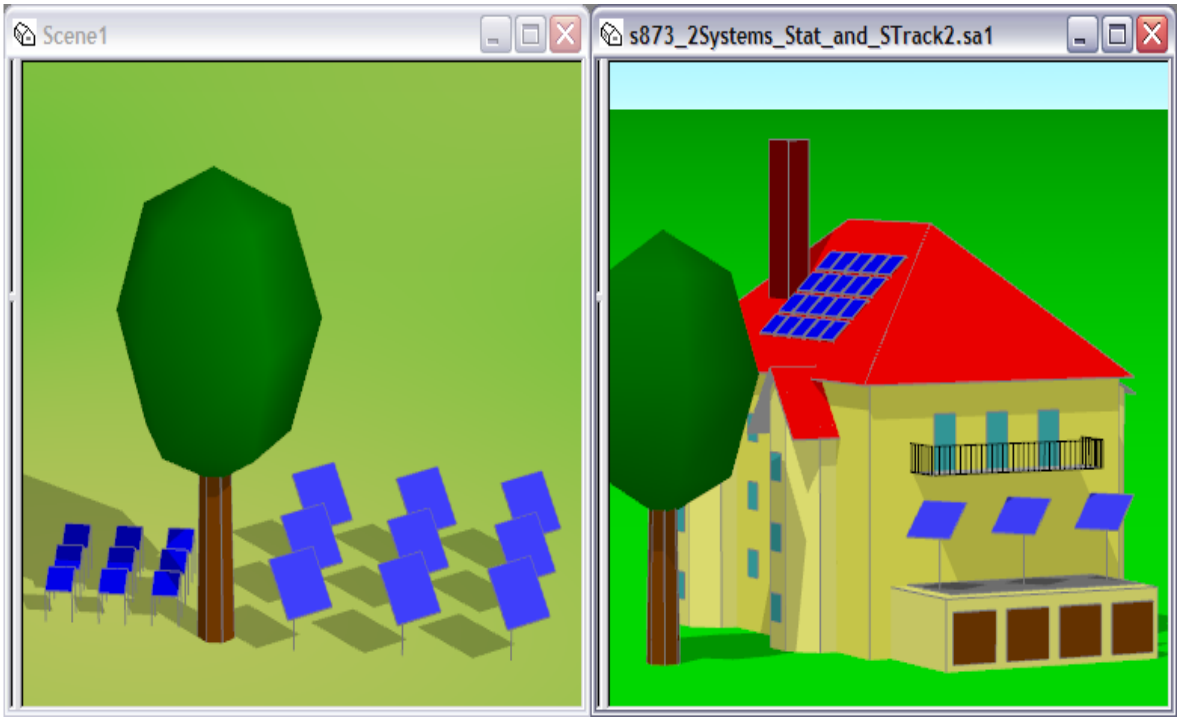
«Күн» терезелеріндегі қисық сызықтың сандық деректерін көрсететін, ерекше терезе болып табылады.

«Күн» жобасының сәулеті құрылған соң коллекторлық жүйе анықталады.

Shadow Analyzer-дің «Күн» терезелері күн коллекторлар ретінде келесі түрлердегі объектілерін интерпретациялайды:

- «Arr RectInc» - статикалық күн коллекторларының массиві;
- «Arr RectST» - 2-ості «күн бақылау» күн коллекторларының массиві.

Экранның келесі суретінде «Arr RectInc» және «Arr RectST» объектілерінің екі сахнысы көрсетілген. 1-ші сахнада үнсіз келісім бойынша параметрлердің баптауымен нысанның екі массивіда көрсетілген. Параметрлерін өңдей отырып, панельдер санын, панельдер арасындағы қашықтықты, статикалық панельдер бұрышын және т.б. өзгерте аласыз. Содан кейін коллекторлік массивті өзіңіздің сәулет ортасына қоюға болады (оларды жерде қалдырыңыз немесе кез келген платформаға орнатыңыз, ғимараттың төбесі мен қабырғаларына бекітіңіз) (Сур. 4.1.1).



Сурет 4.1.1Shadow Analyzer бағдарламасында сахна мысалдары

«Solar Day» терезесі («Шуақ күн») және «Solar Year» терезесі («Жылдық күн» терезесі) белсенді сахнадағы күн коллекторларымен жұмыс істейді. Бұл терезелердің тиісті мәтіндік жолдары коллекторлық жүйеге нақты қандай нысандар енгізілетінін көрсетіп турады./9/

Белсенді сахнадағы SCENE тізімінде пайда болатын барлық нысандар ретімен қарастырылады. «Arr RectInc» немесе «Arr RectST» типті массив табылған болса, сол DX-, DY- мөлшері және 3D бағдарымен осы түрдегі

барлық массивтер күн коллекторының жүйесі ретінде танылады. Басқа коллекторлер еленбейді және одан әрі қарапайым объектілер ретінде қаралады.

Басқаша айтқанда, Shadow Analyzer бірдей бағытта күн батарея панельдеріне геометриялық ұқсас коллекторлар жүйесін жинайды. Бұл заңдылық көптеген практикалық жағдайлар үшін таралған және көлеңке есептеулерді айтарлықтай тездетеді

B «Bird Clear Sky Model» терезесі.

«Bird Clear Sky Model» терезесі барлық есептеулерде пайдаланатын ашық аспан күн радиациясы және «климат және күн радиациясының» орнатылған моделі болып табылады.

Бұл модель күн сәулесінің атмосферада сәулеленудің және жұтылу коэффициентінің негізгі механизмдері мен факторлерін түсіндіреді, күн радиациясының күн биіктігіне және атмосфералық жағдайларға байланысты тәуелділігін, жер деңгейінде күн сәулесінің тікелей және диффузиялық компоненттерін есептейді, сондай-ақ жерден тыс күн радиацияны (атмосферадан тыс) көрсетеді.

Терезе белсенді кезде, пернетақтадағы нұсқар пернелерін пайдаланып, Bird үлгісін өзгертуге / таңдауға болады. Параметрлерді таңдау үшін, ЖОҒАРЫ / ТӨМЕН пернелерін пайдаланыңыз. Таңдалған опция сары фонмен белгіленген болады. Сол / оң жақ көрсеткіштері бар пернелерін пайдаланып, таңдалған элементті өзгертуге болады.

«Bird Clear Sky Model» терезесі кез келген басқа терезеларге байланысты емес. Алайда, жылдың барлық айға біркелкі климаттық сахна параметрлерін тез орнатуға, «Climate & Irradiance» (Климат және күн радиациясы) терезесіне «Bird Clear Sky Model» терезесінің параметрлерін импорттай аласыз.

C «Climate & Irradiance» терезесі (Климат және энергетикалық жарықтық).

«Climate & Irradiance» (Климат және энергетикалық жарықтық) терезесінде өзіңіздің климаттық сахнаңыздың сипаттамаларын орнату үшін Bird моделінің ашық аспан параметрін (жылдың 12 айына жеке), ашық аспанның 12 айлық ықтималдығы мен орташа бұлт күйінде диффузиялық сәулелену үшін түзету факторлерінің 12 мәнін орнатуға болады. Сондай-ақ терезенің басқа 3D терезелер сахнасынан тәуелсіз, өз «Latitude» (ендік) параметрі бар.

Егер сахна үшін Bird моделінің барлық параметрлерін орнату үшін жеткілікті ақпарат жоқ болса, белгісіз параметрлер үшін стандартты параметрлерін пайдалануға болады. Алайда, күн коллекторларының шынайы жылдық энергетикалық шығысын есептеу үшін жобаның, кем дегенде, ашық аспанның ай сайынғы ықтималдығын (немесе ай бойынша күн сағатының орташа санын) білу тиіс.

Терезе белсенді кезінде, пернетақтадағы нұсқар пернелерін пайдаланып, «Climate & Irradiance» климат параметрлерін өзгерту / таңдауға болады. Параметрлерді таңдау үшін, оңға / солға нұсқар пернелерін пайдаланыңыз. Таңдалған параметр сары фонда таңбаланған болады. Жоғары / төмен нұсқар пернелерін пайдаланып, таңдалған элементті өзгертуге болады.

Климаттық параметрлері белгіленген (немесе олардың біреуі өзгерген) соң, «Climate & Irradiance» терезе күнделікті, айлық, жылдық және жер деңгейінде күн радиациясының бірнеше компоненттерінің сомасын есептейді. Бұл терезе, сондай-ақ жерден тыс (атмосферадан тыс) күн радиациясының көлемін көрсетеді. «Climate & Irradiance» терезесін пайдаланудың өзара мағынасы - белгілі бір коллекторлар жүйесінің электр сипаттамаларын талдау, болашақта оны пайдалану үшін жобаның жалпы климатының шынайы моделін құру болып табылады. Tot_H кВтс / м2 жылдық сомасы - есептердің негізгі критерийі, көлденең бетінде күн радиациясының жылдық жиынтық балансы болып табылады.

«Climate & Irradiance» терезесі кез келген басқа терезелерге байланысты емес. Терезенің өз климаттық параметрлерінің жиынтығы бар. Сондай-ақ, әрбір 3D-сахнаның сол құрылымда өз климаттық жазбасы бар. «Climate & Irradiance» терезесі басқа «күн» терезелерде, немесе 3D терезелерде болған өзгерістерге автоматты түрде жауап бермейді. Басқа терезе параметрлері «Climate & Irradiance» терезесінің параметрлерінің отнатуларына жауап бермейді. «Climate & Irradiance» терезесімен 3D-сахнаны бірге пайдалану үшін, түрлі диалогті терезелер арасында деректер алмасу үшін хабарламаны шақыруға болады.

Деректердің алмасу бағыты қай терезе белсенділігіне байланысты:

- Жылдың барлық айы үшін Bird модель терезесінің параметрлерін алып, «Climate & Irradiance» терезесіне біркелкі орнатуға болады. «Климат» терезесі белсенді кезінде, «B» кілтін пайдаланыңыз.
- «Climate & Irradiance» терезесіндегі климаттық параметрлерді соңғы белсенді 3D-сахнаға өткізуге болады. Оны екі жолмен өткізуге болады. «Климат» терезесі белсенді болса, «T» пернесін (сахнада экспорттауды) пайдаланыңыз. 3D-терезе белсенді болса, «C» пернесін (импорт климатты) пайдаланыңыз. Екі жағдайда да «кеңдік» - «Климат» терезесінен 3D сахнаға көшірілмейтінін ескеріңіз.
- Кез келген басқа сахна параметрлері секілді, климаттық ақпарат - сахна жазбасының бір бөлігі болып табылады. Ол өткізуден кейінгі сахнаның динамикалық жадында жаңартылады. Сондай-ақ, кейінірек сахнаны сақтаған кезде, климаттық ақпарат сахна файлында сақталады.
- Климаттық ақпаратты кері бағытта өткізе аласыз: соңғы белсенді 3D-сахнадан климаттық параметрлерді алып, «Climate & Irradiance» терезесіне өткізе аласыз. «Климат» терезесі белсенді кезде «F» пернесін («сахнаға қарай») пайдаланыңыз. Бұл жағдайда «кеңдік» 3D-сахнадан «Климат» терезесіне көшірілетінін ескеріңіз.

Осылайша, «Climate & Irradiance» терезесін климаттық сахналар арасында деректер алмасу үшін аралық сақтау ретінде пайдалануға болады.

D «Solar Day» терезесі («Шуақ күн»)

«Шуақ күн» және «Жылдық күн» соңғы белсенді 3D терезелеріндегі коллекторлар жүйесінің энергетикалық сипаттамаларының есептеулерін көрсетеді. Сондай-ақ, ешқандай ашық 3D-сахна болмаса, немесе соңғы белсенді сахнада күн коллекторлары болмаса, бқл жайлы ескерту көрсетеді.

«Шуақ күн» терезесі күн коллекторларының электр сипаттамаларын берілген күн ішінде өзгеруін көрсетеді және олардың күнделікті немесе күнделікті орташа сомасын есептеп береді.

Y «Solar Year» терезесі («Жылдық күн»)

«Жылдық күн» терезесі күн коллекторларының күнделікті энергетикалық сипаттамаларының жыл ішінде өзгеруін көрсетеді және оның жыл сайынғы сомасы, немесе орташа мәнін көрсетеді.

T «Solar Table» терезесі («Күн кестесі»)

«Solar Table» терезесі басқа «күн» терезелерінің қисық сызық деректерін сандық көрсететін өзіндік «күн» терезесі болып табылады. Атап айтқанда, ол соңғы белсенді «күн» терезесінің, «Bird моделінің», «климат», «күн» немесе «жыл» терезелер дерегін көрсетеді. Осылай, ол соңғы белсенді «күн» терезесімен, ал «күн» терезесі өз кезегінде соңғы белсенді 3D-сахнамен синхрондалған болуы мүмкін.

Одан әрі сандық талдауды жүзеге асыру үшін, мысалы, MS Excel және MS Word, сондай-ақ басқа да бағдарламаларға күн жобасының деректерін ауыстырғыңыз келсе, бұл терезе өте пайдалы.

«Shadow Analyzer» климаттық блогі Bird («Bird Clear Sky Model») моделін пайдаланады. Bird моделінің мақсаты Kastrov моделімен (формула) бірдей: нақты географиялық орынның күн радиациялық бақылау деректерімен сәйкес болатындай модель параметрлерін таңдау қажет. Климаттық блок Bird моделінің 12 жинақтық параметрлері кестесінен әр айға бапталады. Климаттық блок деректерін өңдеп, сахна файлында сақтауға болады, «Климат» терезесінде сахнаны жүктеп, содан кейін сол сахнада қайтадан сақтауға немесе «климат» терезесінде бір сахнадан басқа сахнаға жылжытуға болады./2/

Осы және басқа да «күн» терезелерінің жұмыс істеуі кезінде «Shadow Analyzer» жылдың әрбір күні үшін Bird моделінің кейбір параметрлерінің мәндерінің «ішкі» уақытша жиынтығы арқылы сплайн-интерполяция жасайды. Нақты аймақ үшін климаттық блокты бір рет конфигурациялау (және сахна файлында сақтау) жеткілікті болып табылады.

Сахнаның геометриялық объектін өңдеу климатқа әсер етпейді. Метеорологиялық деректер бойынша климатты реттеуге және сахна файлында сақтауға, ендік және бойлық орнатуға, жалғыз объектімен қарапайым сахна жасауға болады. Содан кейін жаңа объектілермен сахнаны толтыра аласыз және әр түрлі атаумен сақталған файлды бірнеше рет аша аласыз - климат «Климат» терезеге жүгінбей барлық «алынған» файлдарын «иелене» алады. Климаттық блок тек атмосферасының және жер бетінің альбедосының (шағылу коэффициенті) жағдайын сипаттайды. Өзідігінен ол күн радиациясы туралы ешқандай деректерді қамтымайды. Ол атмосфераны «фильтр» ретінде көрсетеді. Атмосфераның күйі Bird моделіне атмосфераның қарапайым тіркелген метеорологиялық параметрлер тізімі ретінде енгізіледі. Модель алгоритмінде «фильтрдің» (сіңіру және шашырау сипаттамалары) оптикалық қасиеттері есептеледі. Ал содан кейін ғана, «фильтр» сипаттамалары және күн биіктігі бойынша «Shadow Analyzer» радиациялық компоненттерді бағалайды.

«Күн» терезелерінде барлық есептеулер мен графиктер жаңартылуы жылдам болады. Сізде күн радиациясын «басқарушы» ретінде елес болуы мүмкін. Шын мәнінде атмосфералық «фильтрді» баптау радиацияға, немесе тіпті географиялық координаттарғада байланысты емес. Климатты сахнадан «Климат» терезесіне көшірілген кезде сахна ендігі атмосфералық параметрлерімен бірге көшіріледі. Климатты «Климат» терезеден сахнаға көшірген кезде, тек атмосфера параметрлері ғана көшіріледі, сахна ені (және ұзындығы) өзгермейді, сонымен бірге, «Solar Day» және «Solar Year» терезелерінде графиктер жаңартылады, ал «Климат» терезесі ешқандай өзгеріссіз қалады.

Түркістан қаласы үшін климатты орнату.

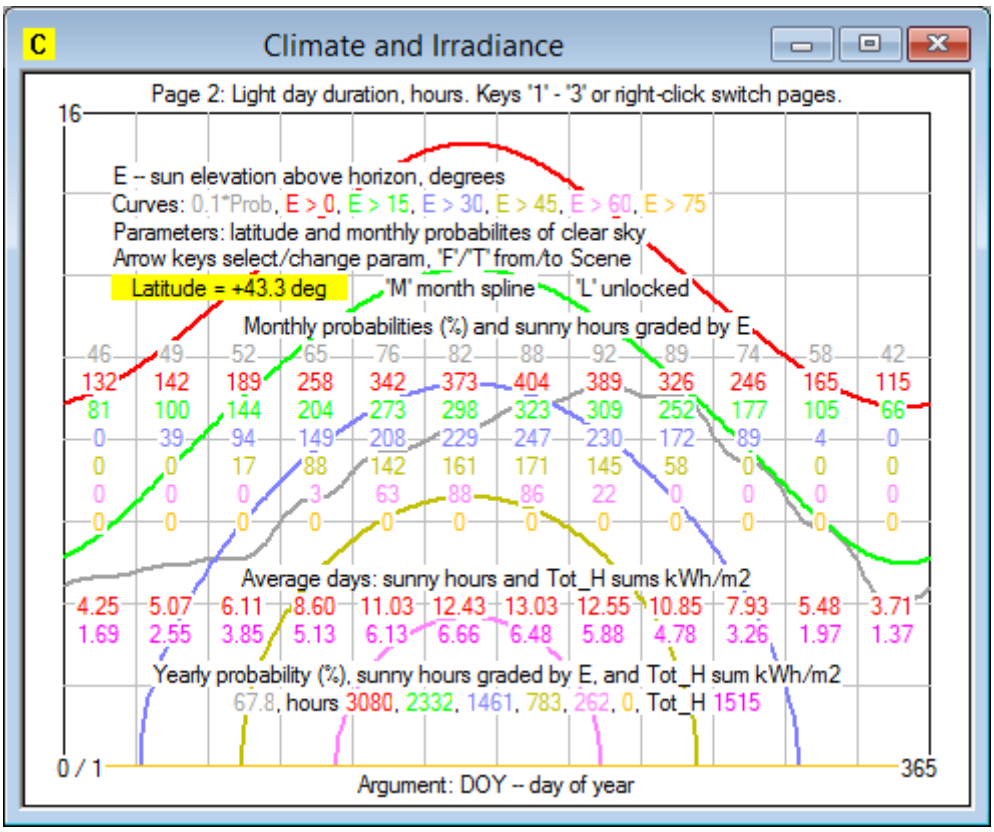
1. Бос 3D терезесін «Scene1» («New Doc» батырмасы немесе «Файл / New Scene» мәзірі) ашыңыз. Оған кез келген объектін жасаймыз. Түркістан қаласының бойлық, ендік және «уақыт белдеуі» («Edit / Set География» мәзір) ендіреміз. Сахнаны файлда сақтаймыз. Сахна файл атауы (тақырыптаманың) 3D терезе атауында пайда болады.

2. Сахна терезесі ашық турған кезде, «күн» құралдар тақтасына (сары қорапта) «C» пернесін басыңыз. «Climate» терезесі (үшінші бет, «Page 3») ашылады. «Климат» терезесі белсенді кезінде пернетақтада «F» пернесін басыңыз. Диалог терезесінде «сахна климатын және ендігін жүктегіңіз келе ме?» сұрағы шығады: «Yes» жауап беріңіз. «Климат» терезесінде Түркістан қаласының ендігі пайда болады (ендік = 43.3 deg, «deg»- «градус» деген мағынаны білдіреді – ағылшын тілінде «degrees»)./17/

Терезе тышқанның сол жақ батырмасын басу арқылы белсенділенеді. Пернетақта белсенді терезенің командалаырын атқарады. Сонымен қатар, бағдарлама басқа терезелерде қайсы сахнамен жұмыс істеу керектігін білу үшін, соңғы белсенді 3D терезені есте сақтайды.

«Күн» терезе беттері «1», «2», «3» пернелерімен ауыстыруға немесе тышқанның оң жақ түймешігімен «парақтауға» болады. «Climate» терезе беттерін «L» перенесі арқылы «бекіту»/«ашу»-ға (сәйкесінше «locked» / «unlocked») болады. «Бекітілген» («locked») бетте «параметр енгізу» қатары бойынша көлденең нұсқармен «жылжый» аласыз, бұл ретте «параметр енгізу» (сары фонда) іске қосылады, бірақ оның мәнін өзгерту мүмкін емес. «Ашылған» («unlocked») белсенді бетте «параметр енгізу» тік нұсқар пернелерін басу арқылы өзгертуге болады.

3. «Page 2» бетте 1-кестенің Probability (ашық аспан ықтималдығы) қатарына ашық аспан ықтималдығын енгіземіз. Бұл PV-модульдерінің көлбеу бұрышын оңтайландырудың негізгі факторы, ол жаздың («жоғары») және қысқы («төмен») күнделікті аспанда күннің қозғалыс траекториясынан салыстырмалы «энергетикалық салмақты» анықтайды (Сур. 4.1.2).

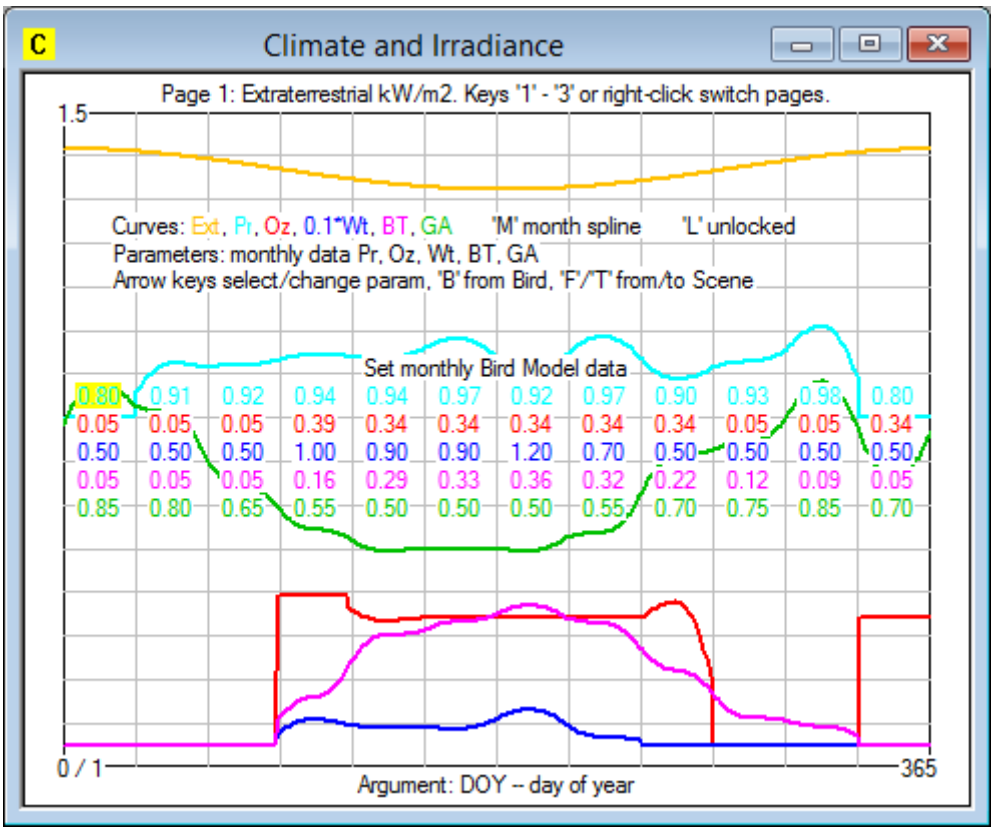


Сурет 4.1.2 Shadow Analyzer бағдарламасында «Climate and Irradiance» терезесі

«Ықтималдықтар» («probabilities») параметрлері енгізілгеннен кейін «T» пернесін басамыз және диалог терезесінде «Yes» жауап береміз, осы жолмен «Climate» терезеден деректер сахнаның климаттық блогіне беріледі. Содан кейін сахнаны файлда сақтаймыз.

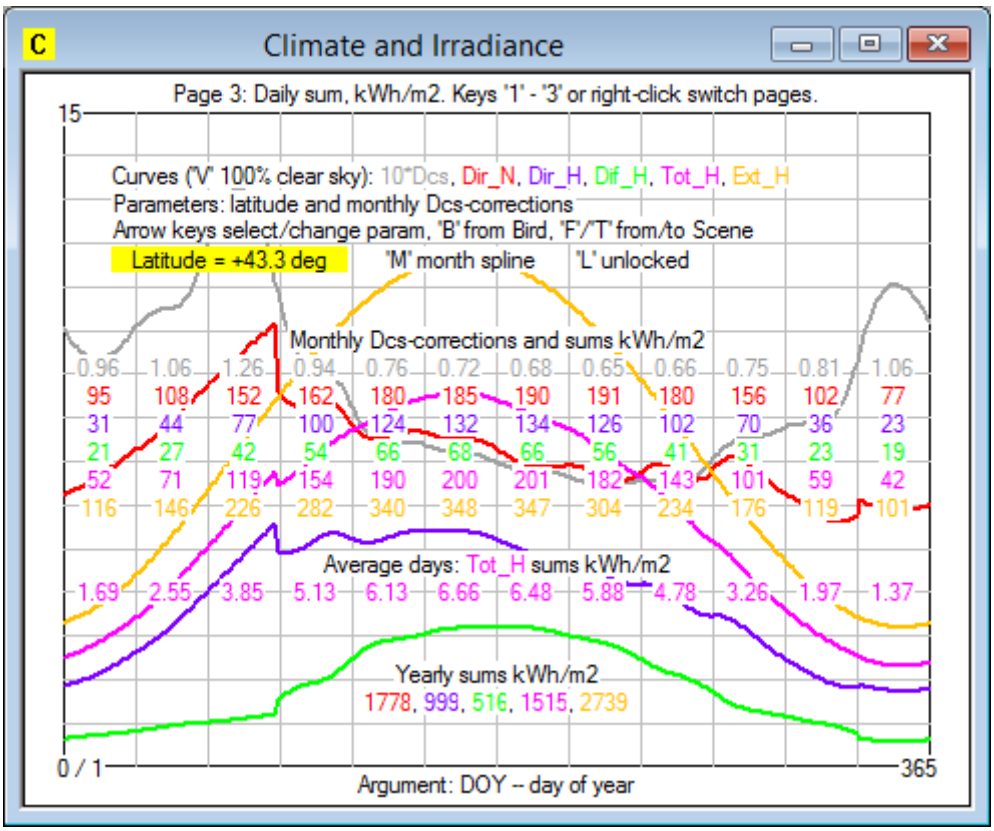
Біз модульдер бұрышын оңтайландыруға дайынбыз, бірақ бақыланатын параметрлер радиацияның айлық сомаларға сәйкес келуі үшін, қондырғы өндіруінің абсолюттік мәндерін болжау үшін басқа «кіріс параметрлерін» «реттеу» қажет./19/

4. Қиыстыру әдісі оңай. Бірінші белгілі параметрлер енгізіледі - біз «ықтималдықтарды» енгізіп қойдық. Содан кейін оңай болжамды параметрлер енгізіледі - Pr = 0.95 бар. қысымды енгізіп қойдық. Ары қарай өте «күшті» BT (broadband turbidity) опциясын өзгерте отырып және Wt (су буы) параметрі және Oz (озон қабаты) мен «көмек» бере отырып, тікелей радиацияның айлық сомаларының сәйкестігіне жету керек. Егер параметр өзгеру ауқымының шекарасына жетіп, тікелей радиация әлі де орнатылмаса, онда «белгілі» параметрлердің бірін «қию» қажет, мысалы Pr-қысым. Сонымен қатар, қыс айлары үшін де ықтималдығын «үйлестіру» қажет болды. Мұндай бастапқы деректерді шағын «түзету» рұқсат етіледі, себебі қыс айлары жыл сайынғы энергетикаға шағын үлес қосады (Сур. 4.1.3).



Сурет 4.1.3 Shadow Analyzer бағдарламасында «Climate and Irradiance» терезесі

Радиацияның диффузиялық Dif_H компоненті тек екі параметрлерін өзгерту арқылы соңғы болып реттеледі: «Page 1»-ден GA (жер альбедосы) және «Page 3»-тен Dcs-correction – басқаларын өзгертуге болмайды, әйтпесе тікелей радиация «бұзылады» (Сур. 4.1.4).



Сурет 4.1.4 Shadow Analyzer бағдарламасында «Climate and Irradiance» терезесі

«Моделді» климатты негізгісімен салыстыру.

Кесте 1. Түркістан: радиацияның (kWh/m²) айлық/жылдық соммысы және ашық аспан ықтималдылығы (1.0 – 100%)

Компонента	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Probability	0,45	0,46	0,50	0,65	0,76	0,82	0,88	0,92	0,89	0,74	0,58	0,42	
Dir_N	97	111	157	173	199	207	215	209	191	162	107	90	1918
Dir_H	31	45	77	101	124	132	136	125	102	70	36	26	1005
Dif_H	21	27	42	54	66	68	66	56	41	31	23	19	514
Tot_H	52	72	119	155	190	200	202	181	143	101	59	45	1519

Енді «Shadow Analyzer»-ға сәйкес ұқсас кестені толтырыңыз.

Кесте 2. «Shadow Analyzer»: «Climate ... » терезесі, Page 3, «Monthly ... sums kWh/m2» кестесі

Компонента	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Probability	0,46	0,49	0,52	0,65	0,76	0,82	0,88	0,92	0,89	0,74	0,58	0,42	
Dir_N	95	108	152	162	180	185	190	191	180	156	102	77	1778
Dir_H	31	44	77	100	124	132	134	126	102	70	36	23	999
Dif_H	21	27	42	54	66	68	66	56	41	31	23	19	516
Tot_H	52	71	119	154	190	200	201	182	143	101	59	42	1514

Екі кестені салыстыру қалады.

Кесте 3. Түркістан – ауытқу кестесі: «Shadow Analyzer» кестесінің деректерімен «Түркістан» кестесінің деректері арасындағы ауытқу, kWh/m2

Компонента	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Dir_N	2	3	5	11	19	22	25	18	11	6	5	13	140
Dir_H	0	1	0	1	0	0	2	-1	0	0	0	3	6
Dif_H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot_H	0	1	0	1	0	0	1	-1	0	0	0	3	5

«Shadow Analyzer» бағдарламасында жасалынған Түркістан климатының моделін талқылау.

Күн радиациясының бастапқы байқалатын деректер ауытқу кестесі қанағаттанарлық көрінеді. Мұнда таңданатын ештеңе жоқ – біз өзіміз бастапқы деректермен модельді «үйлестірдік». Осы мағынада, ауытқу кестесі тек реттеу сапалы жасалғанынан мәлімімет береді. Тек сәулелерге перпендикуляр бетке арналған тікелей радиация Dir_N бірінші жол күмән тудыруы мүмкін. Бұл жолда салыстырмалы қателік 6% жетеді.

Айта кету керек, Dir_N және Dir_H шамасы Dir_H = Dir_N * sin (h) формула бойынша «қатаң» байланыста; физикалық тұрғыдан Dir_N мәні «бастауыш» болып табылады, бұл тікелей күн сәулесіден келетін энергия ағынының тығыздығы. Ал Dir_H мәні «екінші», Dir_N-нің тек геометриялық проекция шамалары болып табылады. Бұл шамалар "табиғатта"-да, актинометриялық бақылауларда да, модельде де бір-бірінен тәуелсіз «жүре» алмайды. Олардың арасындағы байланыс бірде-бір атмосфераның "фильтр"-не, бірде-бір Dir_N функциясын есептеулер алгоритм «h» аргументіне тәуелді емес.

«Shadow Analyzer» оны қатаң сақтайды. Сонымен қатар, ол іс жүзінде «нақты» шағын қадам бойынша (10 минуттік) күндік, айлық және жылдық сомасын есептеулер жүргізеді. Сондықтан, біз сәйкессіздікке себеп соңғы нәтижелерді климаттық анықтамалықтар ұсынылатын күн радиациясының бақылау, статистикалық өңдеу әдісі деп санауға бейімміз. Тек екі мүмкіндікті көрсетеміз:

а) барлық компоненттер тікелей өлшенбейді – біреулері (мысалы Tot_H) өлшенеді, басқа «есептеледі»;

б) түрлі компоненттерін өлшеу/есептеу синхрондалмаған - мысалы, Dir_N жиі (3 сағат сайын) тіркеледі.

Бұл іс жүзінде "Shadow Analyzer" пайдаланушы үшін нені білдіреді? Dir_N және Dir_H сомаларының аталған сәйкессіздік кезінде климат моделін «Кесте 1» қатарларыдан қай бірін күйге келтіруін таңдауға тура келеді. Біз Dir_H қатарын таңдадық.

Модуль көлбеу бұрышын оңтайландыру үшін, «Solar Year» терезесін ашамыз («Күн» құралдар тақтасында «Y» пернесі). Сахнаға қойылған модульдердің параметрлерін өзгерту арқылы, iA және E1 модуль көлбеуін баптаймыз және оңтайландырамыз.

4.2 PV-күн станциясының күн панелдерінің орналастыру аймағында жүйенің ықшамдау моделін құрастыру

PV- күн модульдерінің іА көлбеу бұрышын ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Жаңа географиялық ауданда жұмыс бастағанда, күн модульдерінің көлбеуін оңтайландыру керек. Бұл проблема бірден климаттық блог реттелгеннен кейін шешілуі тиіс. Оның нәтижелері аталған аймақта PV-қондырғылардың барлық болашақ жобалары үшін пайдалы болады. Оларды белгілі бір жобаның әрбір нұсқасында модуль бағдарының жарамды нұсқаларын таңдауға және осы нұсқалардың әрқайсысында орнатылған қуаты 1 кВт меншікті өнімділігін салыстыру үшін пайдаланылуға болады.

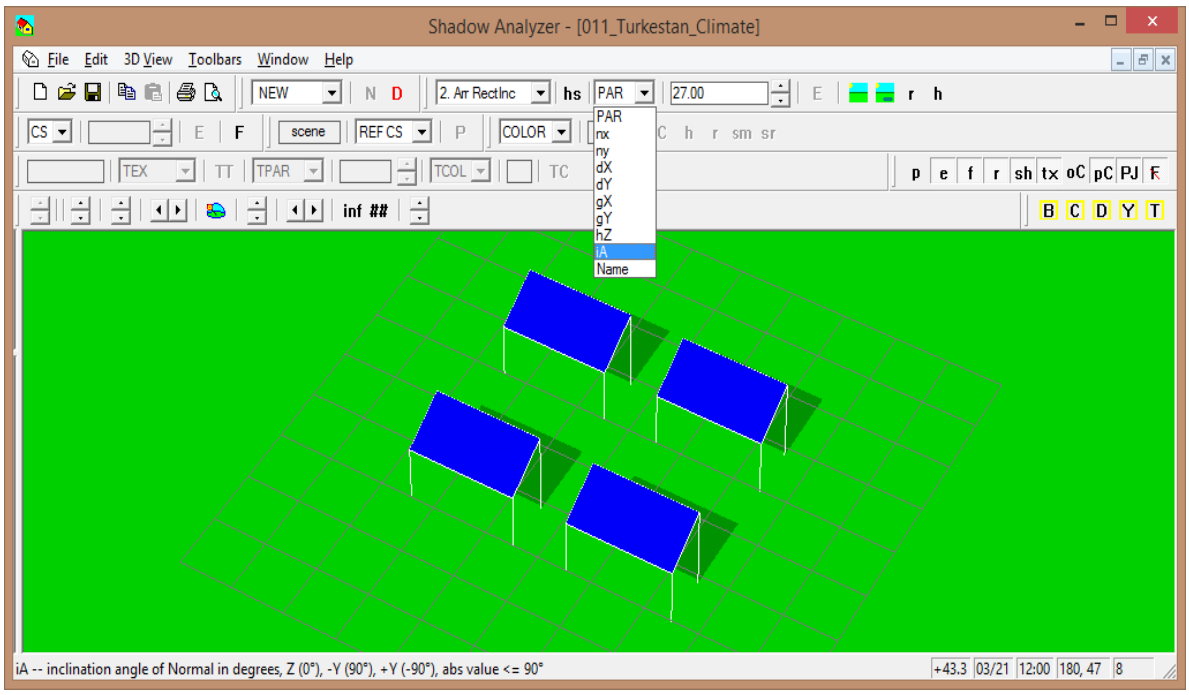
Жалпы, «Shadow Analyzer» (оның барлық визуализациялау әдістерімен бірге, әр түрлі ұсынылатын есеп айырысу нәтижелерінің түрлерімен және оларды басқа да компьютерлік қосымшаларға беру мүмкіндігімен) пайдаланушының инженерлік түйсігін дамытуға және нақты жобалар бойынша жылдам және сенімді сараптамалық қорытындылар жасауға мүмкіндік беретін жоғары білікті жеке техникалық тәжірибе жасауға бағытталған.

1. Жоба климаты бар сахнаны жүктеңіз.

3D-терезе сахнасы ішінде тік бөлгіш жолақ (сызық) бар. Бастапқы сахнаны жүктеу кезінде, бұл жолақ терезе жақтауының тура сол шет жағынан орын алады. Сондықтан бастапқы 3D көрініс сахнаның терезесінде оң панелі ғана көрінеді. Тышқанның көмегімен осы бөлгіштің сызығын басып, басқа да екі панель көрінетін етіп оңға жылжытыңыз: жоғарғы панель - сахна құрылымын (сахна объектілері ағашын) және төменгі панель - панель құрылымында таңдалған «ағымдағы» объектінің параметрлер тізімін көрсетеді.

«Күн» модулінің өзі «Arr RectIncl» атты объектімен ұсынылған. Модульдің қасиеттері: ауданы 1 м² және «эффективтігі» = 1, яғни күн энергиясын электр энергиясына түрлендіру ПӘК-і 100%. Бұл қасиеттері оны өлшеуішке айналдырады: оның «электр» шығысы 1 м² қабылдағыш күн радиациясының кірісіне тең. Ал мұндай «модулі» есептеулерді жеңілдету үшін анықтау бойынша белгіленген қуаты 1 киловатт (1 kWp) болып табылады.

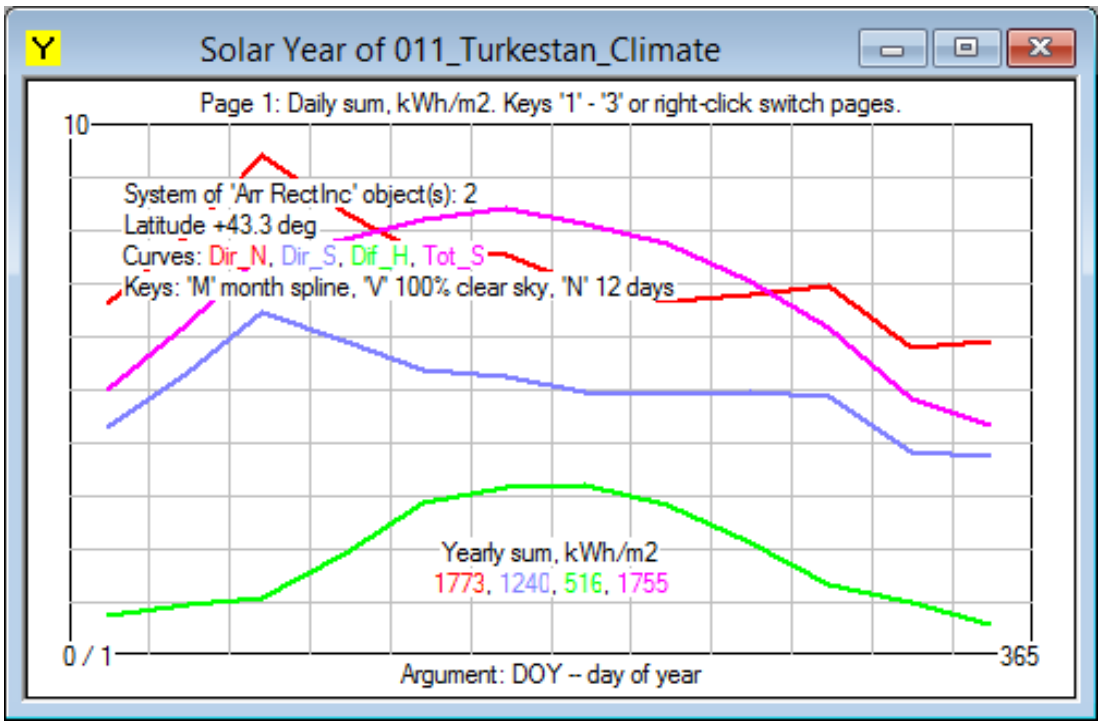
«Arr RectIncl» 2.1.9 нұсқасының немесе «Arr Modules» 2.2.1 нұсқасының объектілер түрі – бұл «аяғында» тұрған төртбұрыштар жинағы (ағылшын тілінен «array»- массив, блок, сап). «Shadow Analyzer» күн радиациясының көп-модулді қабылдағыштары ретінде осы үлгідегі объектілерді интерпретациялайды және «Solar Day» және «Solar Year» терезелерінде олардың энергетикалық сипаттамаларын есептейді. Алайда, егер бұл типті объект бойынша төртбұрышты «COLOR» комбо-боксін пайдалана отырып түссіз қылсақ, олар энергия есептеулерден алынып тасталынады. Енді объектінің іА параметрі көмегімен «модулідің» көлбеу бұрышын синхронды өзгерте аламыз. Сонымен қатар, тек бір «модульдің» gY параметрін өзгерту арқылы «модульдер» арасындағы қашықтықты реттей аламыз. Ал бүкіл құрылымның азимут бағытын тек E1 бұрышымен («CS» комбо-бокстан) орнатамыз (Сур. 4.2.1).



Сурет 4.2.1 Shadow Analyzer бағдарламасында күн коллекторларының көлбеу бұрышын оңтайландыру процесі

2. «Solar Year» терезесіні ашыңыз («Күн» құралдар тақтасындағы «Y» түймесін басыңыз) (Сур. 4.2.1)**.**

3.



Сурет 4.2.2 Shadow Analyzer бағдарламасында «Solar Year» терезесі

Төменде кесте түрінде біздің нәтижелерді ұсынамыз.

Азимута және көлбеу модульдер функциясы ретінде белгіленген қуаты 1 кВт жылдық өнімділігі.

«Solar Year» терезесі («N» батырмасын басумен баптау: 36 days - 36 «сынақ» күнімен есептеу – айдың 5, 15, 25 күндері);

Басқарушы параметрлер: E1 – объктінің бұрылуы; iA – «Array» объект секцияларының көлбеуі.

Кесте 1. AEY – «Annual Energy Yield», kWh/kWp –меншікті жылдық энергия өндіру

AEY мәндеріне сәйкес осы «негізгі» кесте толтырылады («Solar Year» терезесінде, Page 2).

E1 \ iA	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
0	1780	1780	1780	1780	1780	1780	1780	1780	1780	1780	1780
5	1851	1851	1850	1849	1847	1844	1841	1838	1833	1829	1824
10	1913	1912	1910	1908	1904	1899	1893	1886	1878	1870	1860
15	1964	1963	1961	1957	1951	1944	1936	1926	1914	1902	1888
20	2005	2004	2001	1996	1989	1980	1969	1956	1942	1926	1908
25	2035	2034	2030	2024	2016	2005	1992	1977	1960	1941	1920
30	2054	2052	2048	2042	2032	2020	2006	1989	1969	1948	1924
35	2061	2060	2055	2048	2038	2025	2009	1991	1970	1946	1920
40	2058	2056	2051	2044	2033	2019	2003	1983	1961	1936	1908
45	2043	2041	2037	2029	2018	2004	1986	1966	1943	1917	1888
50	2017	2015	2011	2003	1992	1978	1960	1940	1916	1889	1860

Кестеде максимум AEY табамыз:

AEY_max = 2061 kWh/kWp

Кесте 2. Максимум үлесімен жылдық өндірудің нормаланған мәндері AEY_norm = AEY / AEY_max

E1 \ iA	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
0	0,864	0,864	0,864	0,864	0,864	0,864	0,864	0,864	0,864	0,864	0,864
5	0,898	0,898	0,898	0,897	0,896	0,895	0,893	0,892	0,889	0,887	0,885
10	0,928	0,928	0,927	0,926	0,924	0,921	0,918	0,915	0,911	0,907	0,902
15	0,953	0,952	0,951	0,950	0,947	0,943	0,939	0,934	0,929	0,923	0,916
20	0,973	0,972	0,971	0,968	0,965	0,961	0,955	0,949	0,942	0,934	0,926
25	0,987	0,987	0,985	0,982	0,978	0,973	0,967	0,959	0,951	0,942	0,932
30	0,997	0,996	0,994	0,991	0,986	0,980	0,973	0,965	0,955	0,945	0,934
35	1,000	1,000	0,997	0,994	0,989	0,983	0,975	0,966	0,956	0,944	0,932
40	0,999	0,998	0,995	0,992	0,986	0,980	0,972	0,962	0,951	0,939	0,926
45	0,991	0,990	0,988	0,984	0,979	0,972	0,964	0,954	0,943	0,930	0,916
50	0,979	0,978	0,976	0,972	0,967	0,960	0,951	0,941	0,930	0,917	0,902

E1 = 0°, iA = 35° бізге **AEY = 2061 kWh/kWp, AEY_norm = 1** оптималды бағдарын береді.

AEY_norm(E1, iA) функциясының қасиеттері және оның практикалық қолданылуы.

AEY_norm(E1, iA) функциясының максимумы өте жайпақ. Бұны келесі пайымдаудан түсіну оңай.

Егер Біз «базалық» кестесін «1-кестені» жыл сайынғы сомалары Tot_S үшін емес, бір лездік Tot_S = Dir_N * COS (i) + Dif_S мәні үшін құрастырсақ, мысалы 21 сәуір түсте, онда изотропты Dif_S кезінде оның функциясы AEY_norm(E1, iA) cos(i) құлау бұрышы косинусының жүрісін, E1, iA қабылдағыштың бағдар бұрыштары функциясы ретінде жаңғартар еді. Бұл жағдайда максимум E1 = 0, iA = 90° - Lat нүктесінде орналасатын еді, онда Lat - географиялық ендік./20/

cos(i) = f(E1, iA) функциясы өте ырғақты, ал жыл ішінде аспанда бүкіл күн жолына қатысты орташалануы - AEY_norm (E1, iA) қорытынды жылдық таратуын одан әрі ырғақты етеді. Бұл жағдайда, «жоғары» жазғы траекторияларының үлкейтілген энергия салмағы максимумды iA қабылдағыш көлбеуінің төменгі бұрыштарына қарай жылжытады.

Бізді соншалықты максимум нүктесінің өзі ғана емес, қаншалықты, AEY_norm нормалық жылдық өндіріс шығыны рұқсат етілген мәннен аспайтын, қабылдағыштың «қалаулы бағдар зонасы» шекара аймағы қызықтыруға тиіс.

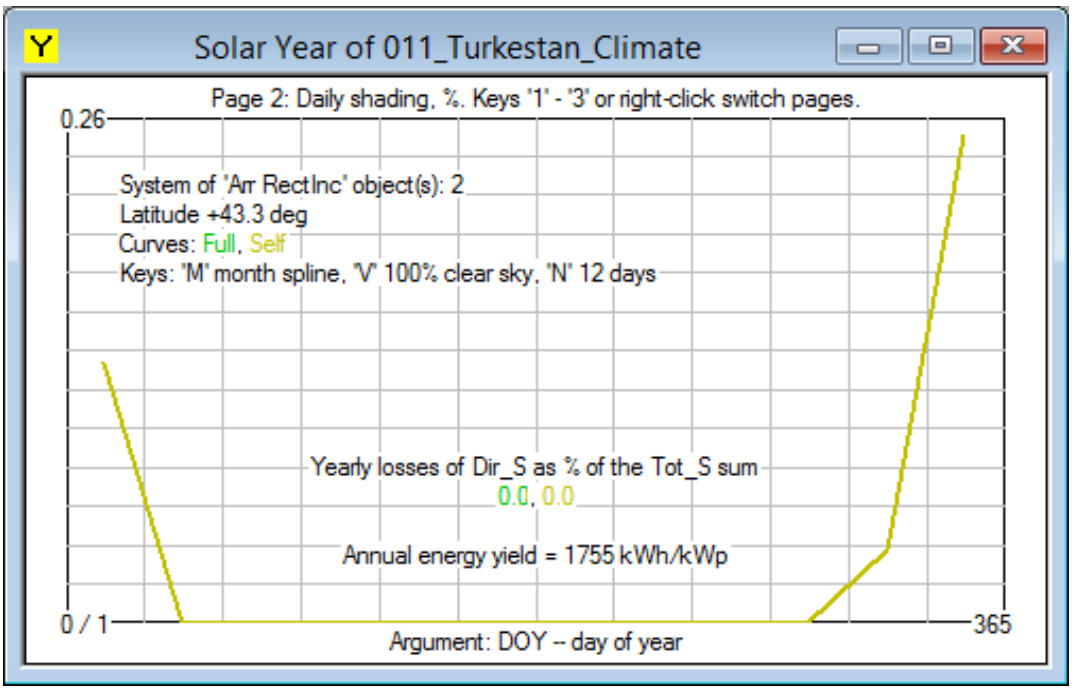
PV – күн модульдерінің өзін-өзі көлеңкелеуі.

«Shadow Analyzer» терезелерінде көрсетілетін көлеңкелеу түрлері.

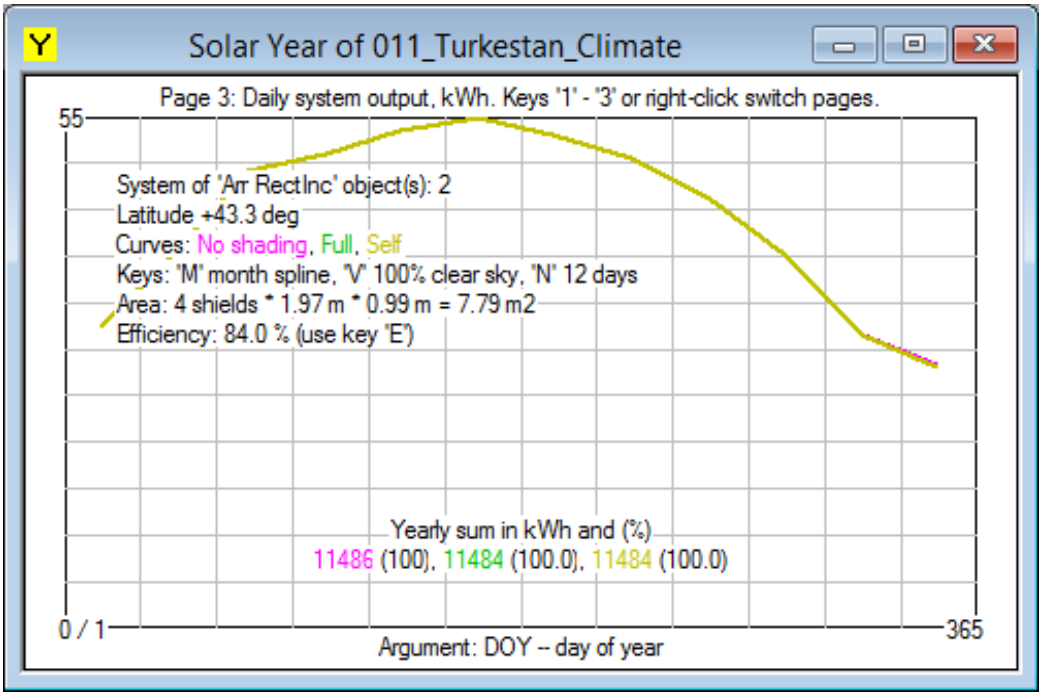
«Shadow Analyzer» өз кестелерінде (Curves - қисық) көлеңкелеудің бірнеше типін есептейді және көрсетеді. Көлеңкелеу белгілердің саны мен типтері бағдарламаның түрлі нұсқаларында (2.1.9 и 2.2.1) әр түрлі (Сур. 4.2.3, 4.2.4).

Кесте 3

2.1.9	**2.2.1**	**Способ расчёта графика в зависимости от типа затенения**
No shading	Free	көлеңкелеу жоқ – график салыстыру базасы ретінде көлеңкелеусіз есептеледі
Self	Self	Өзіндік «геометриялық көлеңкеленуі» - тек басқа модульдерден көлеңкеленуі есепке алынады
Full	Geom	жалпы «геометриялық көлеңкеленуі» - барлық предметтерден түсетін көлеңкелер есепке алынады
	BMod	PV-реакция: байпас-диодтар әрбір көлеңкеленген (ішінара болса да) модульдерді ажыратады
	BStr	PV-реакция: инвертор тізбекті (String) көлеңкеленген модульдер тоғына үйлестіреді



Сурет 4.2.3 Shadow Analyzer бағдарламасында «Solar Year» терезесі



Сурет 4.2.4 Shadow Analyzer бағдарламасында «Solar Year» терезесі

Жеке немесе жалпы «Геометриялық көлеңкелеу» модульдер бетіндегі көлеңке ауданының үлесін бағалайды. Көлеңкелеудің бұл түрі күн жылу жүйелерін есептеу үшін жарамды болып табылады. Бұл тек «сыртқы» объектілер - іргелес ғимараттармен, ағаштармен, шатыр профильдерімен көлеңкеленуі мүмкін болған «жазық» PV-қондырғылар үшінде жақсы. Бірақ

күрделі меншікті профилді PV-қондырғыларды өз-өзін көлеңкелеуін бағалау кезінде оның нәтижелері төмендейді./17/

BMod және BStr «Электр көлеңкелеу» көлеңкенің өзін емес, жүйенің электр шығуына әсерін бағалайды. Мұнда тізбектей жалғанған генераторлардың электр тізбегінің әрекетінің ерекшелігі ескеріледі.

PV-модуль тізбектелген ұяшықтар немесе торлардан (PV-cell) турады, олардың әрқайсысы жеке тұрақты ток генераторы. Генерацияланған токтың күші Tot_S ұяшықтарының жарықтандыру деңгейіне сызықтық пропорционалды, ал кернеуі іс жүзінде кез-келген, тіпті өте төмен жарықтандыру кезінде де бірдей (шамамен 0.5 V).

Кернеуді 30-50V өсіру үшін, модуль ұяшықтары тізбектей жалғанған. Содан кейін, модуль, өз кезегінде, одан да ұзын PV-String тізбегіне және ол тұрақты электр тогын айнымалы электр тогына түрлендіру үшін, инверторға қосылады. Әдетте инверторда кернеу 350-ден 1000 V -ке дейін құрайды, сондықтан PV-String ұяшықтарының кернеуі екі мыңға дейін жетуі мүмкін. Мұндай ұзын тізбектерді модельдерге бөлу жайғана «орауыш» мағнада болып табылады – 1 модуль - 1,5 м^2, оны жинауға, тасымалдауға және шатырда монтаждауға ыңғайлы. Ұяшықтар өзі генерацияланған токтың мәніне тең ток өзінен өткізе алады (бұл «жартылай өткізгіш» ретінде оның ерекшелігі болып табылады). Егер ұяшыққа сыртқы өріспен, ол арқылы үлкен ток өткізетін болсақ, онда ол өзіні үлкен кедергісі ретінде және барлық энергия сыртқы өрістің бөлінетін жылу түрінде болады. Ұяшықтар бірдей жарықталып жатқанда, олар бірлесіп жұмыс істейді. Бірақ, егер ұяшықтардың бір бөлігі тікелей күн радиациясынан көлеңкеленген болса, онда модуль бетінде қауіпті «ыстық дақтар» (hot spots) пайда болуы мүмкін. Бұны болдырмау үшін, модульдерді «байпас-диодтарымен» (кейде бір модульде бірнеше дана) жабдықтайды. Байпас-диодты және инверторымен бірге PV-String қандай да бір өз бөлігі көлеңкелеу кезінде қарғымалы түрде жауап қайтарады: не ток модульдің көлеңкелеуін байпас-диод бойынша, не инвертор барлық тізбекті «төмен» режимге аударады, онда барлық модульдер (тіпті көлеңкеленбегендер) олар диффузиялық радиациямен Dif_S ғана жарықтандырылған секілді жұмыс істейді. PV-String реакциясының бірінші нұсқасы Bmod графигімен сипатталады, екінші нұсқасы BStr графигімен сипатталады.

Егер PV-String модульдер құрамы тым көп көлеңкеленген болса, байпас-диодтары толық өшіру кезінде PV-String қуаты «төмен» режимінен кем шықса, онда инвертор қондырғы үшін тиімдірек «төмен» режимін таңдайды.

«Shadow Analyzer» заманауи инверторлардың осы сипаттын ескереді және, тиісінше, BMod графигін реттейді, ол BStr графигінен ешқашан шектен тыс шықпайды. Бұл әрбір PV-String үшін бөлек жасалады. Белгісіз модульдердің жалпы кернеуі аз және оның реттеу диапозон шегінен тыс шыққан жағдайда да инвертор «төмен режимін» таңдайды. Бұл соншалықты нәзік жағдай «Shadow Analyzer» мұны қадағаламайды, әйтпесе, жабдықтарды таңдайтын пайдаланушыға тым көп деректерді енгізу қажет етеді. Оның

орнына, сеніммен нақты PV-қондырғыларды шығару сипаттамалары Bmod пен BStr графиктер арасындағы жолақта әрқашан жатады деп айтуға болады.

Практикалық талдау (Shading Analysis) жасауға және PV-жүйелерін оңтайландыру үшін Bmod және BStr графиктері жеткілікті.

4.3 Қуаты 3 МВт күн станциясының энергетикалық көрсеткіштерін Shadow Analyzer программалық жүйесінде компьютерлік моделдеу экспериментін орындау.

4.3.1 Жобаның меншікті энергетикалық сипаттамалары

Мұнда қысқалық үшін тек бір ғана таңдалған қолайлы нұсқа келтірілген: E1=21°, iA=24°, gY=1.0.

Келесі кестеде BStr-нің «электр» көлеңкелеуінің есептеуін көрсетеді. Ол «геометриялық» Geom-нан айтарлықтай көп.

Кесте 3. Меншікті жылдық электр өндіру (BStr бойынша) - kWh/kWp, AEY - "Annual Energy Yield".

	kWh/kWp	Trans, %	Loss, %					
AEY_opt	2061	100	0	Көлеңкелеусіз оңтайлы бағдары E1=0, iA=35, gY=∞				
AEY_or	2009	97,5	2,5	Көлеңкелеусіз оңтайлы емес бағдары E1=21, iA=24, gY=∞				
AEY_or_sh	**1952**	94,7	5,3	Көлеңкелеумен оңтайлы емес бағдары E1=21, iA=24, gY=1.0				
Shadow		97,2	2,8	Көлеңкелеудің үлесі Trans_shadow = AEY_or_sh / AEY_or				

Мұнда Trans («transparency» ағылшын тілінде) - ашықтық, өткізу; Loss - шығын. Осылайша, қондырғының меншікті жылдық энергия өндіруі шамамен 1950 kWh/kWp құрайды.

Біз модульдердің оңтайлы емес бағдарынан 2,5% және өзін-өзі көлеңкелеуінен 2,8%, соның нәтижесінде 5,3% жоғалтамыз.

4.3.2 Қондырғының меншікті жылдық энергетикалық өндіруі

1. Қондырғының меншікті жылдық энергетикалық өндіруі шамамен AEY = 1950 kWh/kWp;
2. Алдыңғы бөлімдегі сахнаның моделі төмендегідей бейімделген:

а) E1 = 21° кезінде, модульдер қатары оңтүстікке параллель;

б) Модульдердің көлбеуі iA = 24° (көлденең жазықтыққа қатысты);

в) Модуль қатарлары арасындағы алшақтық (модульдер көлденең болса) gY = 1.0 модульдің биіктігіне dY = 1.0 тең.

Модульдер көлбеуі иілген (iA > 0°) кезде, модульдер арасындағы жолақтардың ені өзгеріссіз қалады және dY = 1.0 тең деп саналады. Ол гелеостат сияқты, алып отырған жер бөлігі оның көлденең күйіне қарай бағаланады. Қатардағы модульдер step_Y = (dY + gY) қадаммен орналасқан. gY = dY = 1.0 нұсқасы 3% - дан аспайтын қолайлы көлеңкелеуді береді./13/

3. «Сынақ» модулінің өлшемдерінен (1 м * 1 м) кез келген өндірушінің шынайы модульдеріне көшу өте қарапайы, өйткені толтыру коэффициенті өлшемсіз және қатарлардың арақашықтығы модульдің екі есе биіктігіне тең болуы тиіс: step_Y = 2 * DY.

Біз монтаждау кезіндегі модульді сипаттаймыз, яғни dX - қатар бойымен көлденең ені, dY - жазықтық көлбеуі бойынша жоғарыға қарай "биіктігі".

4. Алаңы 1 м^2, қуаты 1 кВт «сынақ» модулінен нақты модульдерге көшу сондай-ақ қарапайым болып табылады. Бұл әрекетті орындау үшін Eff_mod модульдің тиімділігін және Eff_inv инвертор тиімділігін білу қажет. Олардың көбейтіндісі жүйенің тиімділігін береді:

Eff_sys = Eff_inv * Eff_mod.

Қарапайым бағалау үшін келесі мәнін қабылдауға болады:

Eff_sys = 1/8 = 0,125.

Қондырғы үшін жер ауданы - A_roof, A_sys - модульдер ауданы, P_sys - жүйенің орнатылған қуаты болсын. Сонда:

P_sys = (1 kWp/m²) * Eff_sys * A_sys = (1 kWp/m²) * Eff_sys * Cover_factor * A_roof;

бұл жерде A_sys = Cover_factor * A_roof.

Ал жүйенің жылдық өндіруі тиісінше Prod_Year = P_sys * AEY болып табылады.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

[1] Т.К. Койшиев, Ж.О. Шерментаева, Т.М. Омарова. Проектирование и методика осуществления логической модели фонда сведений солнечных ресурсов Южного Казахстана // Вестник КазАТК: Научный журнал. – 2016. – № 4(99), 115-121 с., ISSN 169-1817.

[2] Т.К. Койшиев, А.Б. Бекбаев, Ш.А. Садырбаев, Р.У Кошелеков. Design and construction of the DC/DC power converter for stand-alone PV system with battery storage Colloids and nanotechnologies in industry // КазНТУ им. К.И. Сатпаева. -2012. -№ 9. -153 с.

[3] Хейфец А.Л. Система автоматизированного расчета продолжительности инсоляции // Вестник Южно-Уральского университета. Серия: Строительство и архитектура. 2007. Вып. 14 (86), 51-54 с.

[4] Қойшиев Т. Қ. Жаңғыртылатын энергия көздері: Оқулық.-Алматы: 2013.

[5] Михаил Берёзкин. Укрощение Солнца (рус.) // Наука и жизнь: журнал. — 2013. — № 12. 19-25 с. — ISSN 0028-1263

[6] В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин. Солнечная энергетика: учебное пособие для вузов. — М.: Издательский дом МЭИ, 2008. — 276 с. — ISBN 978–5–383–00270-4.

[7] «Жаңартылатын энергия көздерін пайдалануды қолдау туралы» Қазақстан Республикасы Заңы.

[8] Т. Қ. Қойшиева, Б. Б. Ергешов. PV-күн технологиясын жасау үшін Оңтүстік Қазақстанның күн энергетикалық ресурсын пайдаланудың қажеттілігі // «СЕЙФУЛЛИН ОҚУЛАРЫ– 12: ҒЫЛЫМ ЖОЛЫНДАҒЫ ЖАСТАР–БОЛАШАҚТЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ӘЛЕУЕТІ» атты республикалық ғылыми-теориялық конференциясының МАТЕРИАЛДАРЫ

I том, 3 бөлім, ISBN:978-601-7234-11-9, Астана 2016, - 85-92 б.

[9] Т. Қ. Қойшиева, Б. Б. Ергешов. Қ. А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті 3 МВт күн стансиясы жобасының компьютерлік сәулетін Shadow Analyzer бағдарламасында жасау және бейнелеу // «ҚАЗАҚСТАННЫҢ ҒЫЛЫМЫ МЕН ӨМІРІ» атты Халықаралық ғылыми журналы (Мемлекеттік тіркеу: №9875-Ж 09.02.2009 ж. Халықаралық тіркеу: ISSN 2073 – 333X, Париж, наурыз), №2 (44), Астана 2017, 291-293 б.

[10] Ұ. М. Бахтиярова, Б. Б. Ергешов, Т. К. Койшиев. PV- күн қондырғысының көлбей бетіне түсетін күн радиациясының қарқындылығын NASA күн ресурсы қорымен есептік зерттеу // «ҚАЗАҚСТАННЫҢ ҒЫЛЫМЫ МЕН ӨМІРІ» атты Халықаралық ғылыми журналы (Мемлекеттік тіркеу: №9875-Ж 09.02.2009 ж. Халықаралық тіркеу: ISSN 2073 – 333X, Париж, наурыз), №1 (45), Астана 2017.

[11] Jussi Ekström, Matti Koivisto, John Millar, Ilkka Mellin, Matti Lehtonen, “A statistical approach for hourly photovoltaic power generation modeling with generation locations without measured data” - Solar Energy, Volume 132, July 2016, Pages 173-187 б.

[12] Климатологический справочник СССР: Метеорологические данные за отдельные годы. Солнечная радиация и солнечный баланс. -Л:Гидрометеоиздат, -1964.-288 б.

[13] Садырбаев Ш.А., Койшиев Т.К., Амирешов К.К. Моделирование прихода гелиоресурсов на приемной поверхности солнечной фотоэлектрической системы // Вестник КазАТК им. М.Тынышпаева. -2011. –Б: 197-203 б.

[14] Киселева С.В., Коломец Ю.Г., Попель О.С. Assessment of Solar energy resources in Central Asia // Applied Solar Energy ISSN:0003-701X, -2015, 214-218 б.

[15] Судхаршан К.И., Кумар П.В., Баршилия Х.С. Performance evaluation of a thermally concentrated solar thermo-electric generator without optical concentration// Solar Energy Materials &Solar Cells ISSN:0927-0248, -Дек 2016, 93-100 б.

[16] Привоварова З.И., Стадник В.К. Климатические характеристики солнечной радиации как источника энергии на территории СССР. -Л.:Гидрометеоидат,- 2008.-291 б.

[17] Диго С.М. Базы данных: проектирование и использование: Учебник.- М.: Финансы и статистика, 2005.-592 б.

[18] Диго С.М. Проектирование и использование баз данных. Учебник –М:, Финансы и статистика, 1995.-208 б.

[19] http://www.drbaumresearch.com

[20] http://www.rentechno.ua